

UNIVERSITÉ DE PARIS

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Année 1917-1918.

N° 4.

CONTRIBUTION
à l'Étude analytique des Laites

DE LA RÉGION DE

BOURBONNE-LES-BAINS (Haute-Marne)

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de Docteur de l'Université de Paris

(PHARMACIE)

Présentée et soutenue le Mai 1918.

PAR

CH. VERGÉLOT

Pharmacien de 1^{re} classe

Ancien Interne des Hôpitaux de Paris

JURY { MM. BOURQUELOT, Président.
GRIMBERT, Professeur.
BOUGAULT, Agrégé.



LONS-LE-SAUNIER

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE LUCIEN DECLUME

—
1918

UNIVERSITÉ DE PARIS

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Année 1917-1918.

N° 4.

CONTRIBUTION à l'Étude analytique des Laites

DE LA RÉGION DE

BOURBONNE-LES-BAINS (Haute-Marne)

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de Docteur de l'Université de Paris

(PHARMACIE)

Présentée et soutenue le *Mai 1918.*

PAR

CH. VERGÉLOT

Pharmacien de 1^{re} classe

Ancien Interne des Hôpitaux de Paris

JURY

MM. BOURQUELOT, Président.
GRIMBERT, Professeur.
BOUGAULT, Agrégé.

LONS-LE-SAUNIER

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE LUCIEN DECLUME

1918



PERSONNEL DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. H. GAUTIER, Directeur, *, ☉ I.
 BOURQUELOT, Assesseur, *, ☉ I.
 G. DURSANT, Secrétaire, ☉ I.

PROFESSEURS

MM. GUIGNARD, Membre de l'Institut, O. *, ☉ I. Botanique générale.
 VILLIERS, *, ☉ I. Chimie analytique.
 BOURQUELOT, *, ☉ I. Pharmacie galénique.
 H. GAUTIER, *, ☉ I. Chimie minérale.
 RADAIS, *, ☉ I. Cryptogamie.
 BÉHAL, O. *, ☉ I. Chimie organique.
 PERROT, *, ☉ I. Matière médicale.
 COUTIÈRE, *, ☉ I. Zoologie.
 BERTHELOT, ☉ I. Physique.
 GRIMBERT, *, ☉ I. Chimie biologique.
 MOUREU, Membre de l'Institut, *, ☉ I. Pharmacie chimique.
 LEBEAU, ☉ I. Toxicologie.
 DELÉPINE, ☉ I. Hydrologie et Hygiène
Directeur honoraire : M. GUIGNARD, O. *, ☉ I.
Professeur honoraire : M. BOUCHARDAT, O. *, ☉ I.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. GUERBET, ☉ I.	MM. GUÉRIN, ☉ I.
VALEUR, *, ☉ I.	LUTZ, ☉ I.
BOUGAULT, ☉ I.	GORIS, ☉ I.
SOMMELET, ☉ I.	LAUNOY
DAMIENS.	HÉRISSEY, ☉ I.
TASSILLY, ☉ I.	

CHARGÉS DE COURS

MM. GUERBET, ☉ I. Minéralogie.
 Marc HONNORAT, ☉ I. Législation et Déontologie
 pharmaceutiques

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. DEFACQZ, ☉ I. Chimie générale.
 COUSIN, ☉ I. Chimie analytique.
 SOUÈGES, ☉ A. Micrographie.
 MOURLOT, ☉ I. Physique.
 BARTHELAT, *, ☉ I. Microbiologie.
 JAVILLIER, ☉ I. Trav. généraux de 4^e année.

Chef du Laboratoire des examens pratiques : M. JAVILLIER, ☉ I.
Bibliothécaire en Chef : M. DORVEAUX, ☉ I.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR BOURQUELOT,

Pharmacien en Chef de l'Hôpital Laënnec

Membre de l'Académie de Médecine.

Hommage de respect et de reconnaissance.

A MA FAMILLE.

A MES AMIS

CONTRIBUTION
à l'Etude analytique des Laits
DE LA RÉGION DE
BOURBONNE-LES-BAINS (Haute-Marne)

AVANT-PROPOS.

Le lait, produit de sécrétion des glandes mammaires, ne peut avoir, ainsi que tous les liquides d'origine animale, de composition chimique quantitative fixe.

Les causes de variations dans la teneur des éléments du lait sont de deux ordres : les unes, que l'on peut appeler d'origine directe, c'est-à-dire dues directement aux animaux eux-mêmes, comme la race, l'âge, l'état de la bête au point de vue de la gestation et de la parturition ; les autres, d'origine indirecte, causes extérieures, qui, agissant sur les animaux, contribuent à en modifier les sécrétions, comme la nourriture, les variations atmosphériques.

Si la composition quantitative est très variable, on peut néanmoins, à la suite de séries d'analyses, établir une valeur moyenne pour chaque élément, donnant ainsi la composition d'un lait type, et aussi pour chaque élément une

valeur minimum au-dessous de laquelle on pourra considérer qu'il y a présomption de fraudes.

En examinant les nombreuses causes pouvant faire varier la composition du lait, on comprend qu'il est difficile d'en obtenir une composition type pour tous les pays ; mais il peut être utile d'établir une analyse type correspondant à une région et pour une période déterminée de l'année, ce qui réduit au minimum les causes de variations, cette analyse pouvant servir de terme de comparaison, toutes conditions égales.

Nos fonctions nous ayant appelé pendant près de trois années consécutives passées au centre hospitalier de Bourbonne-les-Bains, à vérifier quotidiennement la composition des laits livrés à l'hôpital, nous avons remarqué, au cours de ces analyses, des variations considérables. Nous avons pensé compléter et multiplier ces analyses et rechercher les motifs des différences constatées. Les causes étudiées se rapportent aux variations atmosphériques, aux heures des traites, à la nourriture, au moment de la saillie et à la période correspondant à la gestation.

Afin d'établir une composition type des laits de cette région, nous avons fait un certain nombre d'analyses, aussi complètes que possible, de laits recueillis tant à Bourbonne que dans les villages environnants, et de ces résultats nous en avons déduit une composition moyenne pouvant servir de comparaison pour des analyses ultérieures.

Nous avons complété cette étude analytique des laits de cette région, par un exposé de la question sur les ferments et les réductases du lait, et nous donnons les résultats correspondant aux réductases et catalase, trouvés dans une grande partie des laits précédemment analysés.

La conservation des laits étant encore à l'ordre du jour, nous en avons conservé par le froid en les congelant. Nous donnons les analyses avant et après congélation, et nous avons aussi relevé les changements survenus dans

la composition chimique des laits conservés pendant le même temps à la température du laboratoire.

Les questions relatives à la composition et à la conservation des laits ont fait certainement l'objet d'études nombreuses, et la bibliographie de tout ce qu'y s'y rapporte, aurait été intéressante à relater ici. Mais faisant partie d'une formation du front lors de la rédaction de cette thèse, nous n'avons pu passer que quelques courtes journées de permission dans une bibliothèque scolaire, aussi nous nous excusons de ne rapporter qu'une bibliographie trop succincte et certainement très incomplète.

Je ne veux pas terminer ce chapitre d'introduction, sans apporter ici mon tribut d'hommage et de reconnaissance à notre maître M. le professeur BOURQUELOT, dont les conseils et les encouragements ne m'ont jamais manqué et qui a bien voulu s'intéresser à mes modestes travaux. Le temps, trop court hélas ! passé dans son laboratoire et les années d'internat sous sa bienveillante direction compteront parmi les meilleures de mes années d'étude.

Je veux remercier aussi M. le professeur GRIMBERT dont l'accueil sympathique et les conseils me furent d'un grand secours.

A M. le professeur agrégé HÉRISSEY et à mes excellents camarades BRIDÉL et AUBRY qui furent mes initiateurs aux choses de laboratoire, j'adresse ici l'expression de ma gratitude.

Je ne veux pas oublier non plus M. DUBOIS, pharmacien, qui fut, durant ce séjour dans la Haute-Marne, mon meilleur collaborateur et ami.

CHAPITRE PREMIER.

Considérations sur les races des vaches.

La région de Bourbonne-les-Bains possède de bons pâturages surtout dans les vallées, terrains formés d'alluvions modernes. Le commerce du lait et du beurre ainsi que la fabrication de fromages renommés constituent une richesse appréciable pour le pays.

Avant d'exposer les résultats de nos analyses de lait, nous croyons devoir relater quelles sont les différentes races de vaches entrant dans la composition du cheptel de la région.

Ces races sont assez nombreuses ; nous avons trouvé surtout des races Suisses, qui furent importées longtemps dans la contrée. Depuis quelques années, elles sont peu à peu remplacées par des races françaises provenant d'autres régions, particulièrement de Montbéliard, la Suisse ayant apporté quelques restrictions à ses exportations de bétail.

Parmi les races Suisses, nous en avons trouvé surtout trois :

La race Fribourgeoise à robe blanche et rouge ;

La race Bernoise à robe blanche et noire ;

La race Schwyz à robe brune. Les vaches de race Schwyz qui sont plus petites que les deux premières, sont aussi en moins grand nombre.

La race Montbéliarde, dont il nous fut permis de voir de très beaux types, se rapproche beaucoup des races Suisses et possède la robe blanche et rouge.

Les autres races existant encore dans la région sont :

La race Hollandaise, à robe blanche et rouge ou brune ;

La race Comtoise, à robe couleur froment pâle, assez petite ;

La race du Morvan, toute blanche ;

La race Durham, blanche et brune foncée, plus grosse que les autres et élevée surtout pour la boucherie ;

La race Normande et la race Bretonne, celle-ci assez rare et plus petite.

Seules, des vaches de races Fribourgeoise, Bernoise et Montbéliarde, parmi toutes celles que nous avons vues, avaient conservé leurs caractères et étaient de races pures ; toutes les autres avaient subi des croisements qui leur avaient fait perdre beaucoup du type initial.

CHAPITRE II.

Causes de variations dans la composition chimique des laits.

A. — *Variations atmosphériques et nourriture. Analyse des laits été 1916.*

1^o PROCÉDÉS EMPLOYÉS POUR LES ANALYSES.

Nos premières analyses de lait furent faites en 1915-1916. Les analyses exécutées pendant l'été 1916 nous ont donné des différences considérables dans les résultats, différences imputables aux variations atmosphériques et à la nourriture. L'été de cette année fut caractérisé dans cette région par une période extrêmement pluvieuse pendant le mois de juin et le début du mois de juillet, qui fut suivie d'une période de beau temps les autres mois.

Nos analyses ont porté sur les éléments suivants :

Acidité. — Il est dit souvent que le lait est amphotère, c'est-à-dire à la fois acide et alcalin. M. VAUDIN (1), qui a étudié cette question, dit que les laits de la plupart des

(1) VAUDIN. — Etude sur la constitution du lait. *Journal de Pharmacie et de Chimie*, [5], XXVII, p. 385, 1893.

mammifères sont acides. Parmi ceux que nous avons analysés et dont nous avons examiné la réaction sur le papier de tournesol en arrivant au laboratoire, tous ont rougi le papier bleu sans bleuir le papier rouge.

Pour le dosage de l'acidité nous avons opéré sur 20 centimètres cubes de lait, additionnés de quelques gouttes de solution alcoolique de phénolphthaleïne (solution au 1/30 dans l'alcool à 60°), dans lesquels nous avons fait tomber d'une burette à robinet graduée, la solution $\frac{N}{20}$ de soude jusqu'à teinte rose persistante.

Cette acidité est exprimée en acide lactique $\text{CH}^3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$ et la réaction chimique du dosage peut s'écrire :

$$\text{CH}^3 - \text{CHOH} - \text{COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}^3 - \text{CHOH} - \text{COONa} + \text{H}^2\text{O}$$

La solution $\frac{N}{20}$ de soude étant à 2 grammes de soude par litre (NaOH Pm = 40) et le poids moléculaire de l'acide lactique étant égal à 90 :

2 gr. de soude correspondent à 4 gr.,50 d'acide lactique.

1 centimètre cube de solution $\frac{N}{20}$ de soude correspond à 0 gr.,0045 d'acide lactique.

Soit A le nombre de centimètres cubes de solution $\frac{N}{20}$ de soude nécessaires pour obtenir la fin de la réaction, et comme nous avons opéré sur 20 centimètres cubes de lait :

$$\frac{A \times 0,0045 \times 1000}{20} \text{ ou } \frac{A \times 0,45}{2}$$

donne la quantité d'acide lactique pour 1 litre de lait.

Nous avons fait ainsi deux opérations, ou plus, si les deux premières ne concordaient pas, jusqu'à ce que nous ayons obtenu deux résultats identiques.

Densité.— La densité a été prise au lactodensimètre de QUEVENNE,

Le lait, apporté au laboratoire aussitôt après la traite, possédait une température supérieure à 15°; on le ramenait au voisinage de cette température, en le refroidissant sous un courant d'eau.

Pour la lecture, il faut tenir compte du ménisque formé par le lait et prendre le chiffre correspondant à la partie inférieure de ce ménisque.

La température du lait, prise en même temps que la densité, nous a permis, en nous reportant aux tables de correction, de trouver la densité exacte correspondant à 15 degrés.

Le lactodensimètre employé a été vérifié au moyen du flacon à densité pour liquide, par les opérations suivantes :

On a : Flacon à densité vide	70 gr.—53 gr.,4554 (1)
Flacon à densité plein d'eau distillée	70 gr.—11 gr.,8836 (2)
Flacon à densité plein de lait	70 gr.—10 gr.,6056 (3)

toutes ces opérations effectuées à 15 degrés.

(1) et (2) nous donnent le poids de l'eau contenue dans le flacon à densité :

$$53,4554 - 11,8836 = 41 \text{ gr.},5718.$$

(1) et (3) nous donnent le poids du lait contenu dans le même flacon à densité :

$$53,4554 - 10,6056 = 42 \text{ gr.},8498$$

d'où l'on en déduit la densité du lait :

$$\frac{42,8498}{41,5718} = 1030,74$$

Or le lait employé pour ces opérations donnait au densimètre 1030,5 à 16 degrés, ou, après correction :

$$1030,7 \text{ à } 15 \text{ degrés,}$$

correspondant au chiffre trouvé par pesées.

Beurre. — Le dosage du beurre fut fait par la méthode d'ADAM avec quelques modifications.

Nous avons opéré sur 20 centimètres cube de lait, mis dans une ampoule à robinet, additionné de XX gouttes d'ammoniaque pour dissoudre la caséine, et, après agitation, de 44 centimètres cubes de réactif alcool-éther d'ADAM (alcool à 75° : 100 centim. cubes; éther : 110 centim. cubes). Nous avons agité de nouveau en ayant soin d'ouvrir, après chaque agitation, le robinet placé en haut, pour laisser l'air s'échapper. Après un repos d'au moins 10 minutes, la plus grande partie de la solution aqueuse a été soutirée et il y fut ajouté alors 10 centimètres cubes de ligroïne pure et III gouttes de teinture de cochenille, comme le recommande M. MEILLÈRE (1).

Après agitation, repos de 20 minutes.

La ligroïne, provoquant la séparation de l'eau et de l'alcool retenus par l'éther, doit être pure et de densité = 0,650. Celle que nous avons employée s'évaporait entièrement de 82° à 98°.

La teinture de cochenille ainsi préparée :

Cochenille : 3 grammes,
Eau : 400 centimètres cubes,
Alcool à 90° : 100 centimètres cubes,
Laisser macérer 4 jours et filtrer.

ne colore que la partie aqueuse du mélange et rend ainsi la séparation plus facile, cette partie aqueuse entraînant des impuretés.

Après décantation, la liqueur étherée a été recueillie dans une capsule de platine tarée, à laquelle on ajoutait de l'éther provenant de deux lavages successifs de l'ampoule à robinet.

(1) M. MEILLÈRE. — Analyse du lait. *Journal de Pharmacie et de Chimie*, [7], IX, p. 559, 1914.

M. MEILLÈRE (1) conseille, lorsque la séparation des liqueurs ne se fait pas très bien, soit à cause de la température basse, ou de l'addition au lait d'antiseptiques comme le formol ou le sublimé, de plonger la partie inférieure de l'ampoule à robinet dans de l'eau portée à 40-45 degrés, sans que le niveau de celle-ci atteigne la couche étherée. Ce procédé fut employé quelquefois.

Après évaporation de l'éther à l'air libre, la capsule fut ensuite mise au bain-marie bouillant jusqu'à perte totale d'odeur de ligroïne, portée alors sous la cloche à acide sulfurique et pesée rapidement après refroidissement. L'opération précédente a été renouvelée jusqu'à poids constant.

Le résultat multiplié par 50 a donné le poids de beurre par litre de lait.

Extrait à 100°. — L'extrait à 100° fut effectué sur 20 centimètres cubes de lait recueillis dans une capsule tarée en nickel pur, spéciale pour essais du lait (dimensions : 70 millimètres de diamètre et 20 millimètres de hauteur). Nous l'avons laissée au bain marie bouillant 7 heures, après avoir percé la pellicule qui se forme sur le liquide, portée ensuite sous la cloche à acide sulfurique et pesée rapidement après refroidissement.

Le résultat, multiplié par 50, nous a donné le poids d'extrait à 100° correspondant à 1 litre de lait.

Extrait calculé. — L'extrait calculé nous a été donné par les tableaux insérés dans l'ouvrage sur les Matières alimentaires de M. PELLERIN (2), tableaux établis d'après la formule de FLEISCHMANN (3) :

(1) M. MEILLÈRE. — Analyse du lait. *Journal de Pharmacie et de Chimie* [7], IX, p. 562, 1914.

(2) M. PELLERIN. — *Guide de l'expert chimiste*, p. 499.

(3) Ch. RICHEL. — *Dictionnaire de Physiologie*, IX, p. 823. Lait, dosage de l'extrait sec.

$$E = 1,2 B \times 2,665 \left(\frac{D-1}{D} \right)$$

où D est le poids spécifique du lait et B le poids de beurre pour 100^{cc} de lait.

La différence entre cet extrait calculé et l'extrait à 100 doit être inférieure ou au plus égale à 2 grammes dans les laits normaux.

Extrait dégraissé.— Le résultat correspondant à l'extrait dégraissé a été obtenu par différence entre le poids de l'extrait à 100° et celui du beurre. Il correspond à la somme des poids de :

lactose + cendres + caséine et substances indéterminées.

Cendres.— Les cendres furent obtenues par l'incinération de l'extrait à 100°. La capsule de nickel contenant cet extrait a été portée dans la flamme d'un bec Bunsen, d'abord peu chauffante pour brûler la matière grasse sans provoquer de projections, puis ensuite au Bunsen à 3 becs jusqu'à calcination, sans aller jusqu'au rouge blanc, ce qui volatiserait les chlorures. Nous avons chauffé ainsi jusqu'à obtenir des cendres blanches, sans aucun résidu charbonneux.

Quand l'extrait était difficile à calciner, nous laissions refroidir la capsule et reprenions le résidu par quelques gouttes d'eau distillée. Avec un agitateur assez gros ou la partie fermée d'un petit tube à essai, on écrasait les parties charbonneuses, entraînant ensuite celles qui adhéraient à l'agitateur par un jet de pissette. Chauffant la capsule, d'abord doucement pour faire évaporer l'eau sans projections des parties solides, on calcinait de nouveau comme précédemment. En répétant cette opération plusieurs fois, si cela était nécessaire, on obtenait des cendres complètement blanches.

Après refroidissement sous la cloche à acide sulfurique, on pesait rapidement.

Le résultat, multiplié par 50, donnait le poids de cendres correspondant à un litre de lait.

Lactose.— Il est convenu de donner les résultats en lactose hydraté. Le lactose a été dosé au polarimètre.

Nous avons d'abord déféqué le lait pour précipiter les matières albuminoïdes dont le pouvoir rotatoire fausserait les résultats. Pour cette opération, les sels de plomb sont à rejeter, maintenant en dissolution une certaine quantité de matières albuminoïdes. Nous avons déféqué au réactif citro-picrique d'ESRACH préparé ainsi :

Acide picrique.....	10 grammes
Acide citrique.....	25 . —
Eau distillée, Q.S. pour	1000 centimètres cubes

Nous avons employé parties égales de lait et de réactif, 25 centimètres cubes de chaque. Après agitation, repos de quelques minutes et filtration ; le sérum était clair et exempt de matières albuminoïdes restées sur le filtre. La liqueur filtrée était colorée par un excès de réactif, lequel ne modifie en rien ni le pouvoir rotatoire du lactose, ni la luminosité du polarimètre, la couleur jaune du sérum arrêtant les rayons bleus et violets du bruleur sans absorber la lumière monochromatique due au sodium.

L'opération fut faite au tube de deux décimètres.

En partant de la formule :

$$\alpha_D = \frac{a v}{l p} (1)$$

et prenant comme pouvoir rotatoire du lactose hydraté 53° donné par M. TANRET. M. THIBAUT (2) a trouvé que

(1) α_D . — Représente le pouvoir rotatoire pour la raie D du sodium.

a. — La déviation donnée par le polarimètre.

v. — Le volume de la solution en centimètres cubes.

l. — La longueur du tube en décimètres.

p. — Le poids de la substance dissoute dans le volume v.

(2) M. Paul THIBAUT. — Etude sur le dosage polarimétrique du lactose contenu dans le lait de femme. *Journal de Pharmacie et de Chimie*, [6], IV, p. 5, 1896.

1^o saccharimétrique correspondait à 2 gr.,045 de lactose, et comme la liqueur employée était diluée au demi :

1^o saccharimétrique correspondait à 4 gr.,09 de lactose au lieu de 4 gr.,15, chiffre donné ordinairement.

Mais il faut tenir compte du coagulum qui fut trouvé par POGGIALE (1) égal à 70 centimètres cubes par litre pour le lait de vache ; il restait donc 930 centimètres cubes de sérum pour 1000 de lait.

Le degré saccharimétrique correspondait donc à :

$$4,09 \times 0,93 = 3 \text{ gr.}, 80 \text{ de lactose hydraté.}$$

Le nombre de degrés d'arc lus au polarimètre, les minutes et secondes étant converties en décimales, multiplié par 4,615 (2) donnait le nombre de degrés saccharimétriques. En multipliant celui-ci par 3,80, nous avons ainsi le poids de lactose hydraté par litre de lait.

Caséine et substances indéterminées. — On appelle substances indéterminées tout ce qui, dans le lait, n'est ni le beurre, ni le lactose, ni les sels, ni la caséine. Le poids correspondant à la caséine et aux substances indéterminées a été obtenu par différence entre le poids de l'extrait à 100^e et la somme des poids trouvés pour le beurre, le lactose et les cendres.

(1) M. Paul THIBAUT. — Etude sur le dosage polarimétrique du lactose contenu dans le lait de femme. *Journal de Pharmacie et de Chimie* [6], IV, p. 5, 1896.

(2) Le degré saccharimétrique est égal à la rotation produite par une lame de quartz de 1/100 de millimètre d'épaisseur. Or une lame de quartz de 1 millimètre d'épaisseur donne une rotation de 21°67.

0°,2167 = 1 degré saccharimétrique.

$$1 \text{ degré d'arc} = \frac{1}{0,2167} = 4,615 \text{ degrés saccharimétriques}$$

Tableau n° 1.

DATES	ACIDITÉ en acide lactique	DENSITÉ à + 15°	BEURRE	EXTRAIT A 100°	EXTRAIT CALCULÉ	Extrait dégraissé	CENDRES	LACTOSE	CASÉINE et sucres indéterminés	OBSERVATIONS
23 décembre 1915.....	gr, 1,89	1032,	gr, 38,	gr, 129,30	gr 128,	gr, 91,30	gr. 7,20	gr. 46,57	gr 37,53	
20 mai 1916.....		1034,8	39,85		137,97					
24 juin 1916.....		1033,9	37,50		132,30					
11 juillet 1916.....	1,50	1034,8	21,82		114,42			50,84		
15 juillet 1916.....	1,68	1035,3	24,44	130,09	120,04	95,60	8,52	52,59	44,54	
18 juillet 1916.....	1,53	1033,7	33,39	129,82	126,79	96,53	6,98	50,84	38,61	
26 juillet 1916.....	1,53	1033,2	43,05	135,96	137,37	92,91	6,57	50,84	35,50	
5 septembre 1916.....	1,64	1031,6	40,35	131,85	129,92	91,50	7,25	48,22	36,03	
18 octobre 1916.....	1,68	1030,9	45,10	134,	133,90	88,90	8,21	48,22	32,47	

2° INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS.

TABLEAU N° 1.

Les analyses relevées au tableau numéro 1, ont été effectuées sur des laits provenant d'une crèmerie.

Les résultats de la première analyse, effectuée en décembre 1915, correspondent à un lait que l'on peut considérer comme bon, à acidité un peu au-dessus de la moyenne qui est de 1 gr.,486, les autres éléments étant normaux.

Dans les autres analyses, les poids trouvés pour le beurre vont en décroissant jusqu'au milieu du mois de juillet, la densité augmentant.

Les résultats trouvés après le 18 juillet redeviennent normaux et indiquent, en septembre et octobre, un lait très bon avec 40 et 45 grammes de beurre.

L'acidité s'est maintenue normale, la densité variant en raison inverse des poids du beurre et en raison directe de ceux de l'extrait et du lactose.

Le poids de l'extrait à 100⁰, qui, à la première analyse, était voisin du chiffre trouvé pour l'extrait calculé, s'en écarte ensuite très sensiblement pendant la période correspondant à la décroissance du poids du beurre pour s'en rapprocher de nouveau quand les laits redeviennent normaux.

Les résultats trouvés pour l'extrait dégraissé varient de 88 à 95, un lait normal donnant plus de 85 grammes d'extrait dégraissé.

La période des beurres anormaux s'étendant de fin juin à fin juillet, correspond à la période pluvieuse que nous avons eue pendant cette époque, pluies qui ont cessé vers le 20 juillet et suivies ensuite d'une période de beau temps et de sécheresse. Les bêtes étant dans les prés, les intem-

péries influèrent sur elles et sur leur nourriture, et amenèrent des perturbations dans la lactation.

Nous avons vérifié ces variations sur d'autres laits que nous avons recueillis nous-mêmes, chez des fermiers ou propriétaires du pays, pendant cette époque, ce qui confirma nos premières analyses, comme on le verra dans les tableaux suivants.

TABLEAU N° 2.

Les analyses du tableau n° 2 furent faites sur un lait mélangé provenant de cinq vaches, race de Montbéliard, âgées de : une de 12 ans, trois de 5 ans et une de 3 ans.

Ce lait, qui, en mai, contient 38 grammes de beurre, donne dans les analyses suivantes un chiffre bien inférieur, accusant une diminution encore plus sensible que dans le tableau précédent. Les bêtes étaient maintenues au pré jour et nuit, ne rentrant à l'étable qu'au moment des traites du matin et du soir. Les prairies sont très humides, situées au bord d'une rivière.

Jusqu'au 13 juillet le poids du beurre diminue et huit jours après, le 21 juillet, l'analyse nous donne 41 grammes. Cette brusque augmentation est due non-seulement au changement de temps qui s'est produit vers le 20 juillet, mais aussi au changement de nourriture. Après l'analyse du 13 juillet, le propriétaire de la ferme, à qui nous avions communiqué nos résultats précédents, fit changer ses bêtes de pâturage, les mit dans des prés moins humides situés à mi-côte et leur donna, matin et soir, une ration de foin sec. Le poids du beurre se maintient ensuite aux environs de 40 grammes.

L'acidité est normale.

La densité, le poids de l'extrait à 100° et celui du lactose donnent des chiffres un peu au-dessus de la moyenne ordinaire, les pâturages étant très bien entretenus et rece-

Tableau n° 2.

DATES	ACIDITÉ en acide lactique	DENSITÉ à + 15°	BEURRE	EXTRAIT A 100°	Extrait calculé	Extrait dégraissé	CENDRES	LACTOSE	CASÉINE et substances indéterminées	OBSERVATIONS
18 mai 1915.....	gr. 1034,2	38,77	gr. 134,50	gr. 116,80	gr. 99,63	gr. 9,38	gr. 50,84	gr. 38,41		
25 juin 1916.....	1035,2	21,60	119,43	125,43	120,52	100,51	9,66	50,84	40,01	
6 juillet 1916.....	1,57 1034,1	20,80	121,67	118,82	95,65	7,96	49,09	38,60		
11 juillet 1916.....	1,53 1035,3	24,92	135,11	135,20	93,91	6,69	49,97	37,25		
13 juillet 1916.....	1,75 1033,9	26,02	136,64	136,49	94,98	6,28	51,71	36,99		
21 juillet 1916.....	1,50 1033,6	41,20	131,95	132,52	89,43	5,89	51,71	31,83		
25 juillet 1916.....	1,41 1033,5	41,66	126,62	127,55	86,07	6,44	49,09	30,54		
11 août 1916.....	1,62 1031,5	42,52								
19 novembre 1916.....	1,48 1030,5	40,55								

vant surtout de bons engrais constitués par des sciures de bois, des cendres et scories. De plus, ces prés sont situés au bord de la rivière l'Apance, dont les rives sont formées par des terrains d'alluvions, lesquels s'enrichissent et s'augmentent continuellement par l'apport des crues, fréquentes en hiver. On comprend aisément que des prairies, situées sur un tel terrain, produisent une nourriture plus riche que celles qui se trouvent à mi-côte.

Le chiffre correspondant à l'extrait calculé, comme dans le tableau précédent, ne correspond au poids de l'extrait à 100° que pour les laits normaux.

Les valeurs de l'extrait dégraissé correspondent à un lait considéré comme bon.

Les poids des cendres sont plus forts au moment où les beurres sont plus faibles ; la moyenne est de 7 grammes.

Les poids correspondant à la caséine et aux substances indéterminées sont normaux.

TABLEAU N° 3.

Le tableau n° 3, qui ne comprend que six analyses, accuse aussi, comme dans les tableaux précédents, une diminution du poids du beurre, correspondant à la même période de pluies.

Le lait a été fourni par cinq vaches âgées : une de 3 ans, une de 4 ans, deux de 7 ans et une de 8 ans ; elles ne sont pas de race pure, mais proviennent de croisements où se retrouve la race suisse.

L'acidité est normale ainsi que la densité.

Le poids du beurre, qui en février était de 37 grammes, descend à 30 grammes en juillet, pour remonter à 41 grammes à la fin de ce mois et se maintenir ensuite à 38-39 grammes.

Cette diminution, ayant été moins considérable que précédemment, n'a pas entraîné de très grands changements dans le poids de l'extrait à 100°, qui se maintient en rapport avec celui de l'extrait calculé, la différence des deux résultats, pour les analyses des 13 et 19 juillet, n'étant que de 3 grammes environ.

Les chiffres trouvés pour l'extrait dégraissé et les cendres sont normaux, un peu plus forts aussi en juillet.

Les poids de lactose sont inférieurs aux précédents ; la moyenne, qui est bonne cependant, n'est que de 48 grammes.

Les valeurs trouvées pour caséine et substances indéterminées sont normales, plus fortes aussi en juillet comme dans les tableaux 1 et 2.

Ces vaches n'étaient dans les prés que pendant la journée, rentrant la nuit à l'étable. Les paturages sont à mi-côte, donc moins humides que les précédents. Néanmoins la diminution des poids du beurre est remarquable et caractéristique des variations atmosphériques.

Tableau n° 3.

DATES	ACIDITÉ en acide lactique	DENSITÉ à + 15°	BEURRE	EXTRAIT A 100°	EXTRAIT CALCULÉ	Extrait dégraissé	CENDRES	LACTOSE	CASEINE et substances indéterminées	OBSERVATIONS
19 février 1916.....	gr.	1033,	gr. 37,35	gr.	gr. 130,02	gr.	gr.	gr.	gr.	
13 juillet 1916.....	1,01	1033,1	30,98	125,60	122,67	94,62	8,19	48,22	38,21	
19 juillet 1916.....	1,26	1033,	30,37	125,10	121,55	94,73	7,64	48,22	38,87	
24 juillet 1916.....	1,44	1032,4	41,53	133,83	132,73	92,30	6,37	49,97	35,96	
26 juillet 1916.....	1,68	1032,4	38,53	127,89	129,59	89,36	6,24	49,97	33,15	
8 août 1916.....	1,64	1030,9	38,60	125,68	126,60	87,08	6,59	45,56	34,93	

TABLEAU N° 4.

Les analyses du tableau n° 4 proviennent d'un lait fourni par deux vaches de race suisse, âgées de 8 ans et 3 ans, restant dans les prés toute la journée et rentrant la nuit à l'étable. Les prés sont à mi-côte.

Il ne fut fait que deux analyses de ce lait.

La première, coïncidant avec la période pluvieuse, ne donne que 30 grammes de beurre par litre ; la deuxième, en août, nous en donne 38 grammes.

Les poids du lactose sont ici inférieurs aux précédents et même inférieurs à la moyenne ordinaire qui est de 45 grammes.

Les autres éléments sont normaux.

Tableau n° 4.

DATES	ACIDITÉ en acide lactique	DENSITÉ à + 15°	BEURRE	EXTRAIT A 100	Ext au calculé	Extrait dégraissé	CENDRES	LACTOSE	CASÉINE et substances indéterminées	OBSERVATIONS
15 juillet 1916.....	gr. 1,57	1031,5	gr. 30,58	gr. 121,53	gr. 117,87	gr. 90,95	gr. 7,59	gr. 43,81	gr. 39,55	
1 ^{er} août 1916.....	1,68	1030,5	38,03	123,18	124,04	85,15	6,44	44,68	33,83	

3° CONCLUSIONS.

Si les éléments du lait diffèrent quantitativement d'une façon considérable suivant les vaches, la race, l'âge, le nombre de veaux, la nourriture est aussi, comme nous l'avons vu au tableau 2, et comme nous le verrons encore plus loin, un des principaux facteurs reconnus comme faisant varier la qualité du lait ; de plus, on doit tenir également compte des variations de l'état atmosphérique.

Comme le montrent les quatre tableaux précédents, une période pluvieuse anormale eut sa répercussion dans toutes les analyses effectuées, et la valeur des éléments a subi des variations du même ordre pendant le même temps, quel que soit le coefficient personnel des bêtes. Ces variations furent d'autant plus sensibles, que les bêtes se trouvaient dans des paturages plus exposés à l'humidité

Ce fait fut remarqué déjà par différents auteurs parmi lesquels nous citerons MM. VILLIERS et COLLIN qui écrivent dans leur *Traité des falsifications* (1) : « Au paturage comme à l'étable, l'état hygrométrique influe sur la sécrétion laiteuse. Les pluies froides diminuent la production du lait ainsi que la quantité de matière grasse qu'il contient. »

Un autre fait à retenir de ces quelques résultats est la prudence qu'il faut apporter dans les conclusions des analyses de lait. Un des laits précédents, prélevé en juillet et analysé sommairement, donnant 20 à 25 grammes de beurre, aurait pu être considéré comme écrémé et il n'en était rien. Ce cas s'est justement présenté ; une prise officielle de lait fut faite dans une crèmerie et après un examen rapide, le lait fut déclaré fraudé, portant à tort un grand préjudice au fournisseur.

(1) MM. VILLIERS et COLLIN. — *Traité des falsifications*. IV, Aliments lactés et aliments gras, p. 18.

Il faut donc, surtout dans un cas douteux ou anormal, avoir recours à d'autres analyses comparatives, faites dans les mêmes conditions que la première, conditions identiques non-seulement d'âge, de race et de nourriture, mais aussi d'état atmosphérique.

Il serait désirable, d'autre part, que les propriétaires se rendent compte des changements qui peuvent survenir dans la composition de leurs laits et y remédient dans la mesure du possible, afin de livrer à la consommation un lait de composition normale. On voit qu'il en fut ainsi pour les vaches qui nous ont fourni les analyses du tableau 2, et qu'un changement momentané de milieu et de nourriture, changement correspondant à une période de variation atmosphérique, a rendu rapidement au lait ses qualités nutritives.

Si un tel lait, ne donnant qu'une quantité de beurre de 20 à 30 grammes par litre, ne peut, dans un des cas précédents, être considéré comme fraudé, les propriétaires peuvent néanmoins, encourir une part de responsabilité pour cette anomalie, si, le pouvant, ils n'ont rien fait pour y remédier

B. — *Traites. — Nourriture. — Gestation.*

1° PROCÉDÉS EMPLOYÉS POUR LES ANALYSES.

Les analyses de ces laits ont été plus complètes que les précédentes et ont porté sur les éléments suivants :

<i>Acidité</i>	{	Il fut opéré comme il a été dit précédemment.
<i>Densité</i>		
<i>Beurre, méthode d'Adam</i>		

Beurre Soxhlet. — Cette méthode a été employée pour constater la différence dans les résultats avec la méthode d'Adam.

Nous avons opéré comme l'indique M. VILLIERS (1). Pour cela nous avons pris un entonnoir de 100 centimètres cubes environ muni d'un petit tube en caoutchouc pouvant être obturé par une pince à ressort. Dans cet entonnoir nous avons mis un petit filtre à plis dans lequel nous avons versé 90 centimètres cubes d'une solution d'acide acétique à 0 gr.,50 $\frac{0}{100}$ (IV gouttes d'acide acétique pour 90 centimètres cubes d'eau distillée). Dix centimètres cubes du lait à analyser ont été mélangés à la solution précédente et laissés en contact quelques minutes. Après avoir soutiré à plusieurs reprises les premières portions du liquide filtré qui est reversé sur l'entonnoir, nous avons laissé le liquide s'écouler dans un vase conique, en lavant le précipité plusieurs fois avec de l'eau aiguisée d'acide acétique.

Dans le filtre restait le beurre et la caséine qui ont été précipités par l'acide acétique. La liqueur filtrée servira à doser les matières albuminoïdes non précipitables à froid par l'acide acétique, comme il sera exposé plus loin.

Le filtre, après lavages, a été mis à sécher à l'air

(1) M. VILLIERS et COLLIN — *Traité des falsifications*. IV, Aliments lactés et aliments gras, p. 51.

libre pendant 24 heures, et ensuite introduit dans un appareil à épuisement de Soxhlet, avec suffisamment d'éther pour permettre l'amorçage du siphon. L'appareil est mis au bain-marie qui, porté à une température suffisante pour que l'éther retombe goutte à goutte sur le filtre, a été maintenu à cette température, au moyen de deux veilleuses, pendant 5 à 6 heures.

Durant ce temps nous avons fait amorcer le siphon trois ou quatre fois, en augmentant la température du bain-marie, si celle-ci n'était pas suffisante pour provoquer l'amorçage.

Tout le beurre était alors en solution dans l'éther du ballon, à l'exclusion de la caséine, insoluble dans ce liquide, et qui restait sur le filtre. La solution fut recueillie dans une capsule de platine tarée, en lui ajoutant les quantités d'éther provenant de deux ou trois lavages de tout l'appareil. Après évaporation de l'éther à l'air libre, la capsule a été portée au bain-marie ou à l'étuve jusqu'à poids constant, après refroidissement sous la cloche à acide sulfurique.

En multipliant par 100 le poids de beurre recueilli dans la capsule, on obtenait la quantité de beurre correspondant à un litre de lait.

Cette méthode très précise, nous a donné des poids de beurre légèrement supérieurs à ceux trouvés par la méthode d'Adam ; la différence fut souvent de 1 gramme à 1 gr.,50 par litre.

Extrait à 100°. — L'extrait à 100° a été fait sur 10 centimètres cubes de lait, opérant comme précédemment, mais nous avons ajouté, avant de mettre au bain-marie, et comme le recommande M. DENIGÈS 1), III gouttes d'acide acétique pour coaguler le lait par agitation avec une baguette de verre. On lavait celle-ci avec un peu d'alcool.

Le poids trouvé, après 7 heures de bain-marie bouillant

(1) M. DENIGÈS. — *Précis de Chimie analytique*, page 1064.

et refroidissement sous la cloche à acide sulfurique, multiplié par 100, donnait le poids d'extrait à 100° correspondant à 1 litre de lait.

Extrait calciné. — Il fut cherché par rapport au poids de beurre trouvé par la méthode d'AOUM qui est la plus couramment employée.

Extrait degreasse / Comme pour les analyses précédentes.
Cérones

Lactose. — Il fut dosé par réduction de la liqueur cupro-sodique.

Pour cela nous avons d'abord fait une opération analogue à celle qui nous a servi au dosage du beurre par le Soxhlet, mais en prenant 20 centimètres cubes de lait et opérant comme précédemment avec :

Eau distillée.....	90 centimètres cubes
Acide acétique.....	VIII gouttes
Lait	20 centimètres cubes.

Après lavage du précipité, la liqueur fut portée à l'ébullition pour précipiter les matières albuminoïdes qui gêneraient dans les dosages ultérieurs ; après filtration, le précipité fut lavé jusqu'à ce que l'on ait obtenu 200 centimètres cubes de filtrat. Dans cette liqueur qui, correspondant à 20 centimètres cubes de lait, était au dixième, se trouvaient les sels solubles. Elle nous a servi pour le dosage du lactose et des chlorures.

Nous avons employé le réactif cupro-sodique ou liqueur de Fehling, préparé, au moment du besoin, par le mélange à parties égales des deux solutions A et B suivantes :

Solution A. .	Sulfate de cuivre.....	35 grammes
	Eau distillée.....	500 centimètres cubes
	Acide sulfurique pur...	3 — — —

Après dissolution totale à chaud et refroidissement, mettre dans un matras jauge de 1 litre et compléter avec de l'eau distillée.

SOLUTION B . . .	Sel de selgnette	150 grammes
	Eau distillée	500 centimètres cubes.

Après dissolution à chaud et refroidissement, agiter.

Lessive de soude non carbonatée 250 centimètres cubes, et compléter avec de l'eau distillée dans le même poids de 1 litre.

Nous avons mis dans un ballon : 10 centimètres cubes de solution A, 10 centimètres cubes de solution B, 5 centimètres cubes de lessive de soude et 50 centimètres cubes d'eau distillée.

Cette solution a été titrée, soit par rapport à une solution titrée de lactose hydraté à 1 gramme pour 200 centimètres cubes, par exemple, soit par rapport à une solution titrée de sucre interverti. Dans ce dernier cas, il faut multiplier le poids de sucre interverti trouvé par 1,46 pour avoir la quantité x de lactose hydraté, nécessaire pour réduire 20 centimètres cubes de liqueur de Fehling.

Vingt centimètres cubes de liqueur cupro-sodique préparée comme il a été dit précédemment, ont été portés à l'ébullition, et nous y avons fait tomber, au moyen d'une burette graduée, notre solution correspondant au 1/10 de lait, par petites portions, jusqu'à decoloration complète de la liqueur, en ayant soin, après chaque affusion de la solution, de faire bouillir quelques minutes le mélange, le lactose réduisant plus difficilement la liqueur cuprique que ne le fait le glucose.

Nous avons fait ainsi deux opérations, ou plus si cela était nécessaire, pour obtenir deux résultats identiques.

Soit A le nombre de centimètres cubes de solution nécessaires pour réduire la liqueur cupro-sodique.

$\frac{a}{A} \times 10 \div 1000$ donnait le poids de lactose hydraté par litre de lait (1).

(1) L'erreur que l'on commet dans ce cas, en ne tenant pas compte du volume occupé par le coagulum des matières albumineuses, varie de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{200}$ du résultat, valeur presque négligeable.

Chlorures en NaCl. — Le dosage des chlorures fut fait par la méthode CHARPENTIER et VOLHARD (1).

Nous avons employé la liqueur précédente, dont une partie a servi au dosage du lactose. Ce dosage étant fait sur une solution de 200 centimètres cubes, et ne nécessitant pour deux opérations que 30 à 35 centimètres cubes de liqueur, des 160 à 165 centimètres cubes restant, nous en avons recueilli 100 centimètres cubes dans un verre ou une fiole conique.

Ces 100 centimètres cubes correspondant à 10 centimètres cubes de lait, furent additionnés de 5 centimètres cubes de solution $\frac{N}{10}$ d'azotate d'argent, quantité plus que suffisante pour transformer tous les chlorures de la liqueur en chlorure d'argent. L'excès de nitrate d'argent fut titré par la solution $\frac{N}{10}$ de sulfocyanate de potassium en milieu acide (5 centimètres cubes d'acide azotique) et en présence d'alun de fer (5 centimètres cubes de solution saturée d'alun de fer). Le sulfocyanate de potassium a été versé jusqu'à teinte rose persistante (formation de sulfocyanate ferrique).

Soit a le nombre de centimètres cubes de solution de sulfocyanate de potassium nécessaires :

$$(5 - a) 0,00585 \times 100$$

nous donnait la teneur des chlorures en NaCl par litre de lait.

Phosphates totaux en P^2O^5 . — Le dosage des phosphates a été fait directement sur le lait ; celui ci fut traité à l'ébullition par une solution titrée d'azotate d'urane en présence de teinture de cochenille et en milieu acétique. Les phosphates sont précipités à l'état de phosphate d'urane ; un excès d'azotate d'urane donne avec la teinture de

(1) M. GRIMBERT.— *Précis de Diagnostic*. Dosage du chlore urinaire. Méthode de CHARPENTIER et VOLHARD, p. 864.

cochenille une laque verte. Ce procédé avec un peu de pratique est très sensible.

La solution d'azotate d'urane est préparée de la manière suivante :

Dans une carafe jaugée de 1 litre faire dissoudre :

Azotate d'urane.. 40 grammes.

Eau distillée.... 600 centimètres cubes.

A cette solution ajouter de l'ammoniaque jusqu'à formation de trouble persistant, puis goutte à goutte, de l'acide acétique jusqu'à redissolution du précipité ; compléter le volume à 1.000 centimètres cubes avec de l'eau distillée.

Cette solution est titrée par rapport à une solution de phosphate acide d'ammonium à 3 grammes 24 pour 1.000 centimètres cubes (50 centimètres cubes correspondant à 0 gr 40 de P^2O^5) en employant le procédé à la touche, avec, comme indicateur, une solution de ferrocyanure de potassium à 10 % et tenant compte de la correction (solution d'azotate d'urane nécessaire pour colorer le ferrocyanure en solution acétique).

Nous avons pris 50 centimètres cube de lait, additionnés de 1 centimètre cube de teinture de cochenille. Nous y avons ajouté de l'ammoniaque goutte à goutte jusqu'à teinte violacée, de l'acide acétique au 1/10 jusqu'au rouge jaunâtre et 5 centimètres cubes de solution d'acétate de soude acétique ainsi préparée :

Acétate de soude..... 100 grammes.

Acide acétique cristallisable. 50 centimètres cubes.

Eau distillée : Q. S. pour... 1000 centimètres cubes.

Après ébullition, nous avons fait tomber dans la liqueur au moyen d'une burette graduée, de la solution d'azotate d'urane jusqu'à teinte vert olive, sans tenir compte des teintes grises intermédiaires.

Soit x le poids de phosphates en P^2O^5 correspondant à 1 centimètre cubes de liqueur d'urane,

et A le nombre de centimètres cubes de solution d'urane nécessaires pour obtenir la fin de la réaction sur les 50 centimètres cubes de lait employés :

$$a \times A \times 20$$

donnait le poids des phosphates en P^2O^5 contenu dans un litre de lait.

Matières albuminoïdes. — La première précipitation du beurre et de la caséine par l'acide acétique faite précédemment sur 10 centimètres cubes de lait, nous a donné une liqueur qui nous a servi à doser les matières albuminoïdes non précipitables par l'acide acétique. Cette précipitation doit se faire à l'ébullition en milieu acide et en présence d'un sel neutre.

Pour cela, dans la fiole où a été recueillie notre liqueur, nous avons introduit un sel neutre, chlorure de sodium pur, environ 4 à 5 grammes, et acidifié franchement par l'acide azotique. Même à froid, il se formait déjà un louche. Les matières albuminoïdes furent entièrement précipitées en portant à l'ébullition. Elles adhéraient aux parois du récipient et étaient très difficiles à détacher complètement. Aussi sur les conseils de M GRIMBERT, avons-nous ajouté du formol à la liqueur, 5 centimètres cubes, avant de procéder à l'ébullition. Le rôle joué par ce corps est inconnu, mais il facilite beaucoup la précipitation des matières albuminoïdes qui tombent au fond du vase sous forme de précipité grenu et jaunâtre.

Le précipité a été recueilli facilement sur deux petits filtres, emboîtés l'un dans l'autre et tarés préalablement après un séjour sous la cloche à acide sulfurique, en les mettant chacun sur un plateau de la balance. Pendant la filtration ils s'humidifient autant l'un que l'autre. La fiole et les filtres furent lavés plusieurs fois avec la pissette à eau distillée, et les deux filtres mis à sécher à l'étuve à

100°. Après refroidissement sous la cloche, nous les avons replacés sur chaque plateau de la balance comme plus haut et pesés. La différence avec la tare précédente, multipliée par 100, nous a donné le poids des matières albuminoïdes correspondant à un litre de lait.

Caséine Denigès ou plutôt dosage des matières albuminoïdes totales d'après la méthode cyano-argentimétrique de M. DENIGÈS (1) reposant :

« 1° Sur l'insolubilisation par l'iodure mercurico-potassique, en milieu légèrement acétique, des albuminoïdes du lait, entraînant avec eux, en combinaison, une partie du mercure du réactif ;

« 2° Sur le dosage du mercure résiduel par cyano-argentimétrie ;

« 3° Sur l'emploi d'un tableau de correspondance établi expérimentalement entre le mercure précipité et les albuminoïdes entrés en combinaison avec lui. »

La solution d'iodure mercurico potassique employée est une solution $\frac{N}{10}$ qui se prépare ainsi :

Dans un matras jaugé d'un litre, mettre 13 gr.,55 de bichlorure de mercure pur et pulvérisé ; 80 à 100 centimètres cubes d'eau distillée froide et 36 grammes d'iodure de potassium en cristaux. Faire dissoudre et compléter à 1000 centimètres cubes avec de l'eau distillée.

Dans un flacon jaugé de 200 centimètres cubes, nous avons mis : 25 centimètres cubes de lait, 1 centimètre cube de solution saturée d'oxalate d'ammoniaque, 2 centimètres cubes d'acide acétique cristallisable, 20 centimètres cubes de la solution $\frac{N}{10}$ d'iodure mercurico-potassique et

(1) M. DENIGÈS. — *Précis de Chimie analytique*. — Méthode cyano-argentimétrique, page 769. — Dosage de l'ensemble des albuminoïdes du lait, page 1086.

avons complété à 200 centimètres cubes avec de l'eau distillée.

L'addition d'oxalate d'ammoniaque a été indiquée par M. DENIGÈS (1), l'excès de sels calcaires pouvant donner à la filtration un liquide louche, à précipité floconneux, empêchant de saisir le trouble marquant la fin de la réaction ; l'oxalate d'ammoniaque, précipitant ces sels calcaires, permet d'avoir une liqueur limpide et ne change en rien les résultats du dosage.

La liqueur précédente fut filtrée sur un filtre à plis de 200 à 250 centimètres cubes en repassant les premières portions du filtrat.

D'autre part, nous avons mis dans un vase à saturation, 10 centimètres cubes de solution $\frac{N}{10}$ de cyanure de potassium, 12 à 15 centimètres cubes d'ammoniaque pur et 100 centimètres cubes du filtrat précédent. Ce vase, étant placé sur un fond noir, on y a fait tomber d'une burette graduée, la solution $\frac{N}{10}$ d'azotate d'argent jusqu'à louche persistant. Soit Q le nombre de centimètres cubes de solution $\frac{N}{10}$ d'azotate d'argent nécessaires.

Nous avons vérifié une fois pour toutes, le nombre de centimètres cubes de nitrate d'argent $\frac{N}{10}$ nécessaires pour saturer 10 centimètres cubes de solution $\frac{N}{10}$ de cyanure de potassium + 10 centimètres cubes de solution $\frac{N}{10}$ d'iode mercurico-potassique. Soit C ce nombre.

$Q-C$ correspondait au mercure retenu par la caséine du lait. En se reportant au tableau établi par M. DENIGÈS (2), on avait ainsi le poids des matières albuminoïdes totales contenues dans un litre de lait.

(1) M. G. DENIGÈS. — Note complémentaire sur un nouveau mode de dosage de la caséine des laits. *Journal de Pharmacie et de Chimie* [6], VII, p. 9, 1898.

(2) M. DENIGÈS. — *Précis de Chimie analytique*, page 1089.

Caséine et substances indéterminées. — Le poids correspondant à la caséine et aux substances indéterminées a été obtenu, comme dans les analyses précédentes, par la différence entre le poids de l'extrait à 100° et la somme des poids trouvés pour le lactose, le beurre et les cendres.

2^e INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS.

TABLEAU N^o 5. — VACHE A.

Dans cette série d'analyses, ainsi que dans les trois suivantes, analyses qui furent faites de novembre 1916 à mai 1917, nous avons recueilli successivement pour chaque deux prélèvements, le lait du soir et celui du lendemain matin, et avons noté les quantités obtenues à chaque traite.

Pendant nos analyses, la nourriture des vaches fut souvent changée ; composée d'abord de foin et de betteraves, il y fut ajouté, le 10 décembre, des grenailles, grains provenant des résidus de meunerie, puis le 15 décembre, du seigle noir et des vesces ; tous ces grains étaient cuits ensemble. A partir du 8 avril 1917, les vaches n'eurent plus de betteraves, mais seulement du foin et des grains cuits.

Le tableau n^o 5 donne les résultats des analyses d'un lait fourni par une vache, race de Montbéliard, âgée de 4 ans, ayant eu son dernier veau fin septembre 1916.

La vache A fut mise au paturage le 17 avril, y restant toute la journée, rentrant la nuit à l'écurie, et ayant une ration de foin sec matin et soir ; elle fut saillie le 30 décembre 1916.

Les traites, au nombre de deux par 24 heures, avaient lieu à 6 heures et à 16 heures $1/2$, puis, les trois derniers mois, de plus en plus tard, le soir, jusqu'à 17 heures $1/2$.

Quantités. — Les quantités fournies, qui étaient de 3 à 5 litres par traite en novembre, vont en augmentant jusqu'à 4 litres 100 et 7 litres les 18 et 19 décembre, variation imputée au changement de nourriture survenu le 15 décem-

bre, les grenailles et les vesces augmentant le rendement du lait.

Les quantités diminuent un peu en février, mars et avril pour augmenter en mai lorsque la vache fut mise au pré.

La quantité de lait fournie par la traite du matin est toujours plus abondante que celle fournie par la traite du soir.

Acidité. — L'acidité varie très peu et est très normale. Elle est toujours plus forte le matin que le soir.

Densité. — Elle ne présente rien de particulier.

Beurre. — Les résultats du soir sont toujours supérieurs à ceux du matin.

Les poids de beurre, qui d'abord étaient assez faibles, 34 à 37 grammes, augmentent jusqu'à 37-39 grammes vers le 15-20 décembre, par suite du changement de nourriture indiqué plus haut.

L'analyse du 11 janvier nous donne une diminution qui ne peut être imputable qu'à la saillie du 30 décembre.

Les résultats pour le beurre vont en augmentant jusqu'à fin mars ; l'analyse du 16 avril nous donne une légère diminution correspondant avec la suppression des betteraves.

Quand la vache fut au pré, le poids du beurre augmente jusqu'à 40 grammes, comme l'indiquent les analyses du 30 avril et du 1^{er} mai.

La méthode au Soxhlet a donné des résultats supérieurs de 1 gramme à 1 gr.,50 à ceux obtenus par la méthode ADAM.

Extrait à 100° et extrait calculé. — Les poids trouvés pour l'extrait à 100° et l'extrait calculé différent, règle générale de moins de deux grammes ; ils augmentent ou diminuent avec le beurre.

Extrait dégraissé. — Les chiffres trouvés pour l'extrait dégraissé sont toujours supérieurs à 85 grammes et sont en moyenne de 90 grammes.

Cendres. — Leur poids varie de 6 à 8 grammes et est normal.

Lactose. — Il donne un chiffre moyen de 50 grammes environ.

Chlorures et phosphates. — Pour les chlorures, les résultats du matin sont toujours supérieurs à ceux du soir, contrairement aux phosphates dont les résultats sont plus forts le soir que le matin.

Caséine et substances indéterminées. — Les chiffres correspondant à la caséine et aux substances indéterminées accusent une augmentation depuis le mois de novembre.

Caséine Denigès. — Les résultats trouvés par ce procédé sont un peu inférieurs à ceux obtenus pour la caséine et les substances indéterminées.

Matières albuminoïdes. — Les poids des matières albuminoïdes sont plus forts à la traite du matin qu'à celle du soir et accusent une augmentation depuis le mois de novembre.

Tableau n° 5.

VACHE A.

DATES	Quantités		Acidité en acide lactique		Densité à + 15°		Beurre Adam ligroïne		Beurre Soxhlet		Extrait à 100°		Extrait calculé		Extrait dégraissé		Cendres		Lactose		Chlorures en NaCl		Phosphates en P ⁵ O ⁵		Caséine et substances indéterminées		Caséine totale Denigès		Matières albuminoïdes		
	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	
21 novembre 1916.....		5,		1,57		1030,		37,47				123,58		122,47		86,11		7,20		47,07											
24-25 novembre 1916.....	3,500	4,500	1,32	1,37	1030,7	1031,3	37,91	34,86	39,36	36,94	123,63	120,95	124,30	122,46	85,72	86,09	6,44	6,37	52,38	51,86							26,90	27,86			
2-3 décembre 1916.....	3,700	5,	1,31	1,33	1030,3	1030,2	38,43	35,69	39,66	36,70	124,75	123,14	124,24	121,33	86,32	87,45	6,24	6,28	50,32	53,12							29,76	28,05			
18-19 décembre 1916.....	4,100	7,	1,46	1,50	1031,	1031,3	39,54	37,83	40,10	39,46	129,94	129,50	127,64	126,94	90,40	91,67	7,30	7,97	52,38	51,34	1,63	1,71	1,91	1,87	30,72	32,36			1,86	2,61	
10-11 janvier 1917.....	4,	7,	1,37	1,39	1032,3	1031,4	35,75	35,67	36,70	36,30	125,54	125,93	126,82	123,47	91,79	90,26	8,06	7,08	53,02	50,32	1,52	1,87	1,71	1,64	28,71	32,86			3,68	3,74	
16-17 février 1917.....	4,500	6,	1,40	1,45	1033,	1032,2	39,69	39,61	41,12	40,26	133,07	131,36	131,69	130,81	93,38	92,04	8,31	7,22	51,82	50,64	1,63	1,87	2,41	2,22	33,25	33,89			3,36	4,86	
20-21 mars 1917.....	4,	4,	1,51	1,54	1032,	1032,	42,91	40,65	43,74	41,66	134,48	132,37	132,91	131,65	91,57	91,72	6,72	6,52	48,14	50,32	1,57	1,69	1,76	1,65	36,71	34,88	33,50	33,50	3,70	3,94	
16-17 avril 1917.....	3,500	4,	1,30	1,32	1032,5	1032,	38,43	35,19	39,30	36,54	131,60	126,	129,64	124,78	93,17	91,81	7,82	6,22	47,81	47,51	1,69	1,81	1,74	1,66	37,54	37,08	35,	35,	3,72	5,34	
30 avril - 1 ^{er} mai 1917.....	4,300	5,	1,51	1,62	1031,4	1032,6	40,91	40,80	41,50	41,38	132,50	134,92	130,16	133,	91,59	94,12	7,93	7,86	43,96	47,22	1,60	1,63	1,74	1,67	39,70	39,04	37,	38,	4,08	4,12	
Moyennes.....	3,950	5,277	1,39	1,45	1031,6	1031,4	38,94	37,53	40,18	38,65	129,43	127,52	128,42	126,32	90,49	90,14	7,35	6,96	49,97	49,93	1,60	1,76	1,87	1,78	32,91	33,09	35,16	35,50	3,40	4,10	

Tableau n° 6.

VACHE B.

22-23 novembre 1916.....	4,800	5,500	1,18	1,25	1029,8	1030,7	40,80	34,71				127,10	123,03	126,40	121,11	86,30	88,32	6,86	6,04	56,16	52,30					23,28	29,98				
29-30 novembre 1916.....	3,500	4,500	1,30	1,35	1031,3	1030,8	37,76	34,72				128,52	122,82	126,84	121,32	90,76	88,10	6,35	6,37	52,38	53,12					32,03	28,61				
5-6 décembre 1916.....	4,000	4,500	0,99	1,12	1029,4	1031,2	40,35	32,57				126,10	119,65	124,32	119,97	85,75	87,08	5,35	5,58	53,86	53,86					26,54	27,64				
26-27 décembre 1916.....	5,100	6,	0,94	1,20	1024,9	1027,9	29,55	30,75				100,36	108,80	100,92	109,72	70,81	79,02	6,17	7,06	43,70	41,12	1,75	1,98	1,60	1,55	20,94	29,87			2,44	2,52
25 janvier 1917..	"	5,		1,21		1030,8		34,49					122,32		121,09		87,83		6,74		53,68		1,87		1,57		27,41			4,08	

TABLEAU N° 6.— VACHE B.

Les analyses de ce tableau furent faites avec un lait provenant d'une vache, race de Montbéliard, âgée de 8 ans, ayant eu son troisième veau en juillet 1916. Elle a été soumise à la même alimentation que la vache A.

Nos analyses n'ont pas été nombreuses ; cette vache ayant été malade, son propriétaire s'en débarrassa fin janvier.

Nous avons une augmentation dans le rendement, correspondant, comme pour les analyses précédentes, au changement de nourriture à cette époque.

Les acidités du matin sont supérieures à celles du soir ; les poids de beurre du soir supérieurs à ceux du matin, sauf dans deux analyses, les 26-27 décembre, moment où la bête était manifestement malade, tous les autres résultats étant anormaux ces jours-là pour la même raison.

Les chlorures, phosphates, matières albuminoïdes, etc., se comportent comme dans l'exemple précédent.

TABLEAU N° 7.— VACHE C.

Le lait ayant donné lieu aux analyses relevées dans ce tableau fut fourni par une vache, race de Montbéliard, âgée de 5 ans, ayant eu son deuxième veau le 1^{er} décembre, et même alimentation que les deux premières. Elle fut saillie le 18 février 1917 et fut mise au pré le 3 mai.

Les quatre premières analyses sont anormales, le veau étant encore nourri par sa mère. Ces laits ont été prélevés comme suit :

12 décembre soir : commencement de la traite.

13 décembre matin : fin de la traite.

14 décembre soir : fin de la traite.

15 décembre matin : commencement de la traite.

Remarquons, dans ces quatre analyses, les différences assez considérables trouvées pour les poids du beurre et de l'extrait à 100°, les prélèvements faits au début des traites étant bien moins riches en ces éléments que ceux faits à la fin des traites ; la densité suit une marche inverse.

Les quantités diminuent en avril, époque correspondant à la suppression des betteraves, pour augmenter dès que la vache a passé seulement une journée au pré, comme le montrent les analyses des 3-4 mai.

En mars, il y a diminution dans le poids du beurre, correspondant à la saillie de février.

Les autres éléments : acidité, beurre, chlorures, phosphates, caséine et matières albuminoïdes donnent lieu aux mêmes observations que dans les tableaux précédents

Tableau n° 7.

VACHE C.

DATES	Quantités		Acidité en acide lactique		Densité à +15°		Beurre Adam ligroïne		Beurre Soxhlet		Extrait à 100°		Extrait calculé		Extrait dégraissé		Cendres		Lactose		Chlorures en NaCl		Phosphates en P ₂ O ₅		Caséine et substances indéterminées		Caséine totale Denigés		Matières albuminoïdes	
	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M
12-13 décembre 1916.....			1,53	1,55	1034,2	1030,4	25,34	61,01	25,66	61,50	123,84	159,95	118,84		98,50	98,94	8,58	8,28	52,94	52,04	1,95	1,48			36,98	38,62			2,56	3,24
14-15 décembre 1916.....			1,53	1,64	1031,8	1033,4	41,02	27,44	42,26	27,84	134,26	127,65	131,24	119,76	91,26	100,21	8,91	8,21	52,04	53,86	1,40	1,55	1,82	1,80	32,29	38,14			2,88	3,02
5-6 janvier 1917.....	7,500	10,	1,48	1,50	1030,6	1031,9	41,87	33,39	42,60	35,38	130,69	123,68	129,07	122,19	88,82	90,29	7,77	7,86	55,42	54,24	1,40	1,63	1,87	1,71	25,63	28,19			2,30	2,72
12-13 février 1917.....	6,300	9,	1,40	1,54	1031,	1032,	39,93	35,71	41,18		129,95	126,79	127,94	125,56	88,02	91,08	8,12	8,11	54,69	51,01	1,52	1,52	1,81	1,72	27,21	31,96	29,25	33,50	3,06	3,18
19-20 mars 1917.....	5,500	7,	1,51	1,53	1032,	1032,5	38,18	32,80	38,64	33,66	130,93	124,65	128,27	123,20	92,75	91,85	8,12	7,47	48,90	49,92	1,52	1,52	1,83	1,82	35,70	34,46	34,25	32,	2,36	2,68
17-18 avril 1917.....	4,	4,	1,39	1,40	1032,	1032,5	39,24	38,22	39,96	39,02	130,84	130,88	129,86	129,33	91,60	92,66	7,54	6,86	47,07	49,19	1,46	1,63	1,91	1,88	36,99	36,61	35,	35,	4,12	5,58
3-4 mai 1917.....	5,	6,	1,38	1,50	1031,8	1031,6	37,01	33,58	37,76	34,12	128,48	123,80	126,67	121,78	91,47	90,22	8,12	7,88	46,50	46,36	1,46	1,49	1,94	1,86	36,85	35,98	35,	33,50	3,88	6,92
Moyennes.....	5,660	7,200	1,43	1,49	1031,4	1032,1	39,24	34,74	40,02		130,17	125,96	128,36	124,41	90,53	91,22	7,93	7,63	50,51	50,14	1,47	1,55	1,87	1,79	32,48	33,44	33,37	33,50	3,14	4,21

Tableau n° 8.

VACHE D.

23-24 février 1917.....	4,	9,	1,66	1,68	1032,5	1033,5	35,53	29,49	36,30	29,89	128,72	121,51	126,53	121,49	93,19	92,02	8,90	8,49	53,88	53,60	1,05	1,28	2,	1,96	30,41	29,93	30,75	30,75	3,94	4,22
24 février 1917 (traite de midi).....		4,		1,74		1031,5		46,44		47,96		137,68		137,44		91,24		7,88		51,48		0,93		1,97		31,88		32,75		4,38
25-26 mars 1917.....	7,	9,	1,57	1,62	1033,	1034,	33,25	32,15	34,48	33,94	125,	127,68	125,25	126,15	91,75	95,53	6,80	7,58	53,60	55,91	1,08	1,17	1,86	1,84	31,35	32,04	29,25	30,75	1,96	2,58
23-24 avril 1917.....	4,	6,	1,57	1,65	1033,1	1033,5	32	30,85	32,90	31,50	125,80	125,46	124,20	123,27	93,80	94,61	7,58	6,76	50,32	51,51	1,17	1,28	1,84	1,82	35,90	36,34	33,50	35,	2,70	6,22
9-10 mai 1917.....	8,	8,500	1,68	1,71	1032,5	1032,7	39,30	35,38	39,58	35,74	132,68	128,46	130,95	126,78	93,38	93,08	7,56	7,12	46,27	49,67	0,93	1,17	2,16	2,04	39,55	36,29	37,	35,	3,64	4,72
Moyennes.....	5,750	8,125	1,62	1,66	1032,7	1033,4	35,02	31,96	35,81	32,76	128,05	125,77	126,73	124,42	93,03	93,81	7,71	7,48	51,01	52,67	1,05	1,22	1,96	1,91	34,30	33,65	32,62	32,87	3,06	4,43

TABLEAU N° 8.— VACHE D.

Le lait fut, pour les analyses de ce tableau, fourni par une vache de race Normande, âgée de trois ans, qui a eu son premier veau le 2 février 1917. Elle fut saillie le 2 avril, soumise au même régime alimentaire que les vaches A, B, C et mise au pré le 3 mai.

En février, les traites étaient au nombre de trois par jour et donnèrent lieu aux trois analyses des 23-24 février ; cette vache fournissait alors 17 litres de lait par 24 heures. On voit donc que la quantité diminue en mars et et encore plus en avril, cette dernière diminution correspondant à la suppression des betteraves et au moment de la saillie. Le poids du beurre diminue aussi à cette époque.

En mai, la vache étant au pré, les quantités fournies augmentent très sensiblement.

A remarquer l'analyse de la traite de midi le 24 février, qui donne un poids de beurre supérieur à la normale habituelle et des résultats inférieurs pour la densité, le lactose et les chlorures.

3^o CONCLUSIONS.

Des quatre tableaux précédents, il est permis de conclure, considérant successivement les analyses de deux traites consécutives :

1^o Les quantités fournies sont toujours plus considérables à la traite du matin qu'à celle du soir ;

2^o L'acidité, les chlorures et les matières albuminoïdes donnent toujours des résultats plus forts le matin que le soir ;

3^o Les poids de beurre obtenus par la méthode d'ADAM ou par le Soxhlet, et les résultats obtenus pour les phosphates sont plus faibles le matin que le soir.

Les autres éléments sont variables avec cependant certaines tendances :

La densité est souvent plus forte le matin que le soir ;

Les poids de cendres du matin sont, règle générale, inférieurs à ceux du soir.

Notre isolement ne nous a pas permis de constater si nous étions d'accord avec tous les auteurs ayant étudié la composition du lait, relativement aux différences constatées entre les traites du matin et du soir. Néanmoins, dans le *Traité des falsifications* de MM. VILLIERS et COLLIN, nous avons relevé une série d'expériences dues à MM. TOUCHARDAT et BONNETAT (1) qui donnent pour les poids de beurre des résultats identiques aux nôtres. Les quantités trouvées par ces auteurs, à chaque traite, sont très variables.

Les différences que nous avons observées au cours de

(1) MM. VILLIERS et COLLIN.— *Traité des falsifications*, IV, Aliments lactés et aliments gras, p. 42. Tableau des expériences de MM. TOUCHARDAT et BONNETAT, 1904.

ces analyses sont assez sensibles et portent sur tous les éléments.

Comme on le voit dans le détail des tableaux précédents, ils ont pour cause principale le changement de nourriture, car à chaque variation de régime correspond une augmentation ou une diminution sensible dans les résultats des éléments analysés.

Le moment de la saillie amène une perturbation passagère dans la lactation, perturbation qui se manifeste surtout par une diminution du poids de beurre dans la période de temps qui suit la saillie.

La gestation paraît influencer sur certains éléments comme le lactose dont le poids diminue d'une manière constante depuis la date de la saillie, et les matières albuminoïdes et la caséine qui accusent au contraire des résultats généralement en augmentation pendant ce même temps.

Nous avons établi, à la fin des tableaux 5, 7, 8 précédents, la moyenne des résultats obtenus pour chaque élément analysé, en ne prenant que les laits normaux et les traites du matin et du soir. Ces moyennes font ressortir davantage les conclusions indiquées plus haut, concernant les différences observées entre deux traites consécutives.

CHAPITRE III.

Analyses des laits de la région de Bourbonne-les-Bains. Composition moyenne.

1° LAITS DE BOURBONNE. — TABLEAU N° 9.

Les analyses des laits de la région de Bourbonne ont été faites avec des laits provenant de crémèries et de fermes. Ces derniers ont été prélevés par nous, et nous donnons les renseignements se rapportant à l'âge des vaches, leur race, le nombre et la date des veaux, leur nourriture, etc.

Les analyses furent faites aussitôt que possible, afin d'éviter l'altération du lait ; les éléments analysés ainsi que les procédés d'analyse employés furent les mêmes que pour les tableaux n^{os} 5, 6, 7 et 8 précédents.

L'acidité et la densité ne donnent lieu à aucune observation particulière.

Les résultats trouvés pour le beurre sont assez variables, et les quantités les plus faibles correspondent à des vaches ayant eu leur veau depuis peu, ou, comme l'on dit, « fraîches au lait ». Le procédé au Soxhlet nous a donné, comme précédemment, un résultat un peu supérieur à celui obtenu par la méthode d'ADAM, la plus couramment employée, la différence étant de 1 gramme à 1 gr.,50.

Tableau n° 9.

BOURBONNE.

VACHES (AGE, RACE, NOURRITURE)	DATES	Acidité en acide lactique	Densité à + 15	Beurre Adam ligroïne	Beurre Soxhlet	Extrait à 100°	Extrait calculé	Extrait dégraissé	Cendres	Lactose	Chlorures en Na Cl	Phosphates en P ₂ O ₅	Caséine et substances indéterminées	Caséine totale Denigès	Matières albuminoïdes	OBSERVATIONS
Laiterie	17 novembre 1916	1,46	1031,6	33,02		120,25	121,22	87,23	7,08	51,68			28,47			traite du matin.
Laiterie	22 novembre 1916.	1,36	1031,6	37,03		125,35	126,23	86,32	6,09	49,50			32,73			id. id.
5 vaches croisement (3, 4, 7 et 8 ans), écurie, fourrage, betteraves....	7 décembre 1916.	1,14	1030,8	46,	47,60	134,87	134,60	88,87	5,67	50,16	2,10		33,04			id. soir.
5 vaches croisement (3, 4, 7 et 8 ans), écurie, fourrage, betteraves....	8 décembre 1916.	1,08	1030,	37,50	39,	123,17	122,50	85,67	5,79	47,80	1,87		32,08			id. matin.
Laiterie	11 décembre 1916.	1,39	1031,1	41,44	43,10	129,59	130,36	88,15	6,01	54,64	1,87		27,50			id. id.
Laiterie	19 décembre 1916.	1,41	1032,1	38,71		130,63	129,26	91,92	7,94	56,44	1,63	1,84	27,54		3,78	id. id.
1 vache croisement Suisse, 6 ans, écurie, fourrage, betteraves.....	9 février 1917.	1,36	1032,7	43,84	45,98	137,10	137,16	93,26	7,89	51,	1,40	1,98	34,37	35,		id. id.
5 vaches Suisse, 4, 5, 8 et 9 ans, betteraves, regain.....	15 février 1917.	1,24	1031,5	39,06	40,10	129,09	128,06	90,03	7,98	48,05	1,75	1,91	34,	35,	6,00	id. id.
2 vaches : Normande 3 ans, 1 ^{er} veau du 2 février ; Montbéliard, veau du 10 février, regain, betteraves, grenailles.....	26 février 1917.	1,86	1034,9	28,42		124,62	124,22	96,50	8,29	54,25	1,28	2,13	33,66	33,50	5,90	id. id.
Laiterie.....	8 mars 1917.	1,46	1031,3	34,72	35,90	122,87	122,32	88,15	7,58	47,84	1,63	1,76	32,73	30,75	4,72	id. id.
Laiterie	24 mars 1917.	1,33	1031,7	38,73	39,71	129,30	128,13	90,57	7,32	48,14	1,52	1,67	35,11	32,75	3,04	id. id.
2 vaches : Montbéliard, 5 ans (2 ^m veau : 6 mois), regain, betteraves ; 6 ans (1 ^{er} veau : 4 mois),	30 mars 1917.	1,49	1034,5	32,27	33,36	128,64	127,40	96,37	7,66	52,88	1,52	1,81	35,83	32,	4,56	id. id.
6 vaches croisement Suisse : 2 ans 1/2, 4 ans, 5 ans, 2 ans, 8 ans, 9 ans, foin	30 mars 1917.	1,39	1033,	37,03	38,52	131,92	129,54	94,89	8,46	53,79	1,52	1,56	32,64	32,	3,68	id. id.
Laiterie	26 avril 1917.	1,33	1032,5	34,05	35,28	126,54	125,05	92,49	5,78	50,29	1,54	1,67	36,42	35,	4,30	id. id.
Moyennes		1,39	1032,1	36,60		127,62	127,57	90,82	7,22	51,25	1,59	1,81	33,25	32,43	4,49	



Les poids d'extrait à 100° et d'extrait calculé se correspondent bien à 2 grammes près, et sont normaux.

Le résultat correspondant à l'extrait dégraissé, que beaucoup d'auteurs considèrent comme devant être au moins égal à 90 gr., dépasse ici assez souvent ce chiffre, surtout pour certains laits de fermes, mais ne descend pas au-dessous de 86 gr., chiffre qui doit encore être accepté.

Les poids de cendres sont assez variables, allant de 6 à 8 grammes, et ceux trouvés pour le lactose sont toujours assez élevés, étant aux environs de 50 grammes.

Les chlorures et phosphates donnent des résultats normaux ; la quantité de caséine trouvée par le procédé DENIGÈS est, comme précédemment, presque toujours inférieure au chiffre obtenu pour la caséine et les substances indéterminées, qui, lui, est très variable et paraît inférieur à la normale, dans certains laits de crémèries.

Les poids des matières albuminoïdes sont très différents les uns des autres, variant de 3 gr.,04 à 6 gr.,8.

2° LAITS DES ENVIRONS DE BOURBONNE. — TABLEAU N° 10.

Les analyses de ce tableau donnent lieu aux mêmes observations que celles du tableau précédent.

A remarquer deux de ces analyses :

La première, provenant de Danremont, qui est tout à fait exceptionnelle comme résultats des beurres, extrait et lactose. Le lait fut fourni par une vache déjà âgée de 12 ans et « vieille au lait » ; ayant avorté deux fois à 7 mois et à 5 mois, la lactation n'a donc pas été interrompue par un vélage depuis plus d'un an et la qualité du lait n'a fait qu'y gagner pour certains principes.

La deuxième analyse du 19 février, provenant de Villars, ne fut pas recueillie par nous et correspond à un lait écrémé ; nous ne la faisons pas entrer dans l'évaluation des moyennes.

Tableau n° 10.

ENVIRONS DE BOURBONNE.

VACHES (AGE, RACE, NOURRITURE)	DATES	Acidité en acide lactique	Densité à + 15	Beurre Adam ligriné	Beurre Soxhlet	Extrait à 100°	Extrait calculé	Extrait dégraissé	Cendres	Lactose	Chlorures en Na Cl	Phosphates en P ₂ O ₅	Caséine et substances indéterminées	Caséine totale Denigès	Matières albuminoïdes	OBSERVATIONS
Danrémont. — 1 vache, 12 ans, Suisse, écurie, fourrage, betteraves...	1 ^{er} février 1917.	1,31	1034,6	50,87	52,18	152,32	150,05	101,45	7,88	57,40	1,63	1,84	36,17		3,78	traite du matin.
Villars. — 1 vache, 7 ans, 4 ^e veau, décembre 1916.....	19 févr. 1917 (1).	1,21	1031,6	49,41		105,36	104,31	86,25	7,72	50,	1,98	1,59	28,55	28	3,30	id. id.
Villars. — 2 vaches (4 et 5 ans), Montbéliard, 2 ^e et 3 ^e veau, avoine, fourrage	19 février 1917.	1,32	1032,	36,50		127,21	126,50	90,	6,91	52,26	1,75	2,05	31,54	32	7,86	id. id.
Arnoncourt. — 1 vache, 8 ans, 5 ^e veau, août, fourrage.....	22 février 1917.	1,50	1032,7	47,82	48,70	141,04	141,22	93,40	7,29	50,	1,98	1,43	35,93	35	3,88	id. soir.
Larrivière. — 1 vache croisement Suisse, 8 ans, betteraves, avoine ...	22 février 1917.	1,59	1029,7	43,20	43,32	128,33	128,60	85,13	8,20	43,50	2,10	1,64	33,43	33,50	3,79	id. id.
La Grange Huguet. — 1 vache croisement Suisse, 8 ans, 6 ^e veau, 6 mois, fourrage	2 mars 1917.	1,30	1031,6		38,54	129,40	128,74	90,86	8,06	48,36	1,63	1,78	34,44	32	5,40	id. id.
Parnot. — 4 vaches, 11, 9, 4 et 3 ans, 9 ^e , 6 ^e , 1 ^{er} , 1 ^{er} veau, foin, paille, avoine, choux-raves, métis, Suisse, Morvan.....	5 mars 1917.	1,26	1031,9	34,66	35,70	124,12	123,79	89,46	7,20	49,58	2,10	1,92	32,68	30,75	3,92	id. matin.
Danrémont. — 1 vache, 6 ans, 3 ^e veau de novembre 1916, foin, regain.	26 mars 1917.	1,08	1033,6	43,64	44,72	141,26	139,04	98,62	8,74	50,32	2,10	1,77	38,56	37	2,92	id. id.
Coiffy-le-Bas. — Fromagerie.....	27 mars 1917.	1,44	1031,4	46,98	47,30	138,42	138,07	91,44	7,68	48,75	1,57	1,64	35,01	33,50	3,32	id. id.
Serqueux. — 2 vaches 5 ans : 3 ^e veau, juillet 1916, Hollandaise métis ; 3 ans, 3 ^e veau, novembre 1916, Suisse métis, foin, regain.....	28 mars 1917.	1,48	1031,5	39,25	41,01	131,04	128,25	91,79	7,74	50,48	2,10	1,50	33,57	32	1,32	id. id.
Genrupt. — Laiterie.....	13 avril 1917.	1,26	1029,8	31,11	32,04	115,54	114,86	84,43	7,60	46,08	1,34	1,60	30,75	29,25	5,16	.
Parnot. — 2 vaches Suisse : 8 ans (4 ^e veau, novembre 1916) ; 14 ans (6 ^e veau, décembre 1916), foin.....	18 avril 1917.	1,29	1032,	34,88	35,68	124,14	124,32	89,26	7,18	48,41	1,75	1,65	33,67	32	4,51	id. id.
Beaucharmoy. — 2 vaches : 2 ans et 9 ans, foin, regain, carottes.....	23 avril 1917.	1,95	1032,9	39,21	40,14	133,22	132,41	94,01	6,96	50,16	1,46	1,55	36,89	35	3,08	id. id.
Genrupt. — 3 vaches croisement Suisse, 5 et 7 ans, veau depuis plus de 6 mois ; foin, betteraves	30 avril 1917.	1,49	1030,5	39,73	40,06	127,66	126,59	87,93	7,34	46,36	1,22	1,60	34,23	32	3,06	id. id.
Moyennes		1,38	1031,8	39,68	40,98	131,49	132,33	91,84	7,52	49,98	1,70	1,71	34,31	32,61	3,89	

(1) Lait écrémé.

3° COMPOSITION MOYENNE DES LAITS
DE LA RÉGION DE BOURBONNE.

TABLEAU N° 11.

Pour chacun des tableaux 9 et 10 précédents, nous avons établi la valeur moyenne trouvée pour chaque élément analysé. Nous avons reporté ces chiffres au tableau n. 11 et en déduisons une composition moyenne des laits de la région de Bourbonne-les-Bains. En comparant les valeurs indiquées pour chaque élément par différents auteurs avec celles que nous avons trouvées comme moyennes dans nos analyses, nous voyons que les laits de la région de Bourbonne-les-Bains doivent être considérés comme de bons laits.

Tableau n° 11.

	(1) Pellerin	(2) Conseil d'hygiène	(3) Denigès	(4) Blarez	(5) Villiers	(6) Barillé	(7) Vaudin	(8) Fletschmaun	Bourbonne- les-Bains	Environs de Bourbonne	Région de Bourbonne- les-Bains
Acidité.....	1,48								1,39	1,38	1,385
Densité.....		1033			1031,8				1032,1	1031,8	1031,9
Beurre.....		27-40	40	38	40			28-45	36,60	39,68	38,14
Extrait à 100°.....		115-130	130	110-125	135				127,62	131,49	129,55
Extrait dégraissé.....		90							90,82	91,84	91,33
Cendres.....		6	7	6,50	5			7-8	7,22	7,52	7,37
Lactose.....		45-50	45	47	54			30-55	51,25	49,98	50,61
Chlorures en NaCl.....					1,79				1,59	1,70	1,64
Phosphates en P_2O_5						1,27-1,70	1,86		1,81	1,71	1,76
Caseine.....		34	33	33	36			25-40	33,25	34,31	33,78
Matières albuminoïdes.....								3-5,50	1,49	3,89	4,19

(1) M. PELLERIN. — *Guide de l'expert chimiste*, page 512.

(2) *Conseil d'hygiène de la Seine*. — Composition moyenne du lait. — *Formulaire pharmaceutique des hôpitaux militaires*, Tome II, page 33
(3-4-5-8). M. PELLERIN. — *Guide de l'expert chimiste*, page 513.

(6) BARILLÉ. — De l'existence des carbonophosphates dans le lait, leur précipitation par la pasteurisation. — II. Phosphates du lait et leur dosage. — *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1909, 16 novembre.

(7) VAUDIN. — Etude sur la constitution du lait. — *Journal de Pharmacie et de Chimie* [5], XXVII, p. 315, 1893.

CHAPITRE IV.

Les ferments et les réductases du lait.

1° ETUDE GÉNÉRALE DES FERMENTS DU LAIT. — ANAÉROXYDASE. — CATALASE.

Le lait, comme la plupart des liquides organiques, contient, outre des principes chimiques bien définis et que l'on peut doser, d'autres principes, moins bien connus, que l'on ne peut doser directement et qui ne sont mis en évidence que par leurs actions. Nous voulons parler des ferments.

Sans entreprendre une étude approfondie de ces corps si intéressants, il est bon de rappeler ici la classification des ferments oxydants qui a été faite par M. BOURQUELOT, lequel les étudie depuis de nombreuses années et les a divisés en plusieurs catégories :

Les *aéroxydases* ou *ferments directs*, capables de provoquer directement, en présence de l'air, l'oxydation des corps oxydables, sans le secours d'aucun intermédiaire ;

Les *anaéroxydases* ou *ferments indirects*, capables de provoquer indirectement l'oxydation des corps oxydables en présence d'eau oxygénée ou de peroxydes.

Les *catalases*, ferments incapables de provoquer l'oxy-

dation de ces mêmes corps oxydables, même en présence d'eau oxygénée, mais qui, cependant, en présence de ce réactif, donnent un dégagement d'oxygène, inactif sur les corps oxydables.

Les principaux corps facilement oxydables, qui servent d'indicateurs, sont la teinture fraîche de gaïac, la paraphénylène diamine et le gaïacol.

Les ferments, dans l'organisme et dans les préparations organothérapiques, ont été très bien étudiés en 1899 par M. LÉPINOIS (1), qui, le premier, a trouvé l'action catalysante de certains ferments; la découverte des catalases ayant été depuis, et à tort, attribuée à LÆWE, qui n'en parla que quelques années plus tard.

M. LÉPINOIS résume ainsi ses recherches (2) :

« Il existe dans l'organisme animal probablement deux sortes de ferments, les uns décomposant ou *catalysant* l'eau oxygénée et d'autres pouvant faire naître une réaction semblable et produire en même temps des oxydations spéciales mises en évidence par les réactions colorées du gaïac, gaïacol et de ses dérivés ».

On n'a pas signalé, dans le lait, la présence de *ferment oxydant direct* ou *aéroxydase*; bien au contraire, le lait, ainsi que d'autres liquides organiques, fait perdre, à une solution de quinone, la propriété de se comporter comme une solution de ferment oxydant. La quinone est classée parmi les ozonides ou porte ozone, qui, d'après l'hypothèse de SCHÖNBEIN, ont une partie de leur oxygène à l'état d'ozone, passant facilement sur d'autres corps.

M. BOURQUELOT a montré (3) qu'une solution aqueuse

(1) M. Ernest LÉPINOIS. — *Etude historique, chimique et pharmacologique des principales préparations organothérapiques.* — *Thèse de Doctorat en pharmacie*, 9 décembre 1899.

(2) Id., p. 82.

(3) M. Em. BOURQUELOT. — Remarques sur les matières oxydantes que l'on peut rencontrer chez les êtres vivants. — *Journal de Pharmacie et de Chimie*, [6], V, p. 465, 1897.

de quinone, qui donne toutes les réactions des ferments oxydants (coloration bleue avec la teinture de résine de gaïac, brun noirâtre avec la paraphénylène-diamine, rouge grenat avec le gaïacol), ne les donne plus si on l'additionne de liquides organiques, lait, sérum de sang, urine, solution d'albumine de l'œuf. Cette disparition des propriétés oxydantes se fait assez rapidement à froid, instantanément à l'ébullition et les liqueurs se colorent généralement en rouge ou brun.

Anaéroxydase. — On a signalé, dans le lait de vache, la présence d'un *ferment oxydant indirect* ou *anaéroxydase*, qui, en présence de l'eau oxygénée, colore la teinture fraîche de gaïac, le gaïacol, la paraphénylène-diamine, anaéroxydase, qui est détruite à l'ébullition, ce qui permet de distinguer le lait cru du lait cuit.

On le met en évidence en mélangeant, dans un tube à essai, 5 centimètres cubes de lait et 5 centimètres cubes de solution aqueuse de gaïacol à 1 %, et faisant tomber dans la liqueur 1 goutte d'eau oxygénée; si le lait n'a pas été bouilli, il se forme immédiatement une coloration rouge grenat. Déjà à 80°, la coloration ne se fait plus.

Catalase. — Il existe enfin, dans le lait de vache, une *catalase*, qui, au contact de l'eau oxygénée, donne de l'oxygène inactif ne colorant pas les réactifs habituels des ferments oxydants.

Ces deux ferments du lait, anaéroxydase et catalase, furent étudiés et bien différenciés par M. SARTHOU en 1910 (1).

Après avoir montré que la catalase était différente de la caséine ou d'une combinaison de celle-ci, cet auteur trouva ce ferment dans le résidu laissé par le babeurre ou

(1) M. J. SARTHOU. — Existe-t-il dans le lait de vache une anaéroxydase et une catalase ? *Journal de Pharmacie et de Chimie*, [7], I, p. 20, 113, 1910.

liquide résiduel provenant du battage de la crème pour faire le beurre. Il démontra aussi que l'anaéroxydase se trouve dans le lacto-sérum où elle est en solution.

M. SARTHOU prétend que, dans tout lait laissé au contact de l'air, se développe une deuxième catalase, dite microbienne, qui est fonction des germes microbiens. Le dégagement d'oxygène augmentera donc avec la contamination du lait et viendra s'ajouter à celui produit par la première catalase dite physiologique. Il a montré que le dégagement d'oxygène est proportionnel au nombre de bactéries existantes.

Ce qui corrobore cette hypothèse, c'est qu'il a été démontré d'autre part (1) que tous les microbes sécrètent une catalase bactérienne qui est différente suivant les espèces et qui pourrait même, d'après certains auteurs, servir pour différencier des espèces bactériennes souvent très voisines.

L'existence de ces deux catalases, physiologique et microbienne, a servi de base à M. SARTHOU pour établir sa méthode dite de catalasimétrie, méthode permettant de reconnaître un lait frais d'un lait ayant déjà subi l'action des bactéries.

Une première indication sur la fraîcheur du lait nous est donnée par le dosage de l'acidité ; mais, outre que cette acidité est assez variable, comme nous l'avons vu dans les analyses précédentes, elle n'augmente que lentement, étant principalement fonction de la fermentation lactique. SOXLHET a montré que cette acidité n'augmente qu'après une période d'incubation allant de 8 heures à 70 heures et étant de 15 heures en moyenne après la traite.

Le lait frais, qui ne contient que la catalase physiologique, donne un faible dégagement d'oxygène sous l'action

(1) M. J. SARTHOU.— Comparaison des résultats donnés par le dosage de l'acidité et la catalasimétrie dans le contrôle de la fraîcheur du lait. *Journal de Pharmacie et de Chimie*, [7], I, p. 387, 1910.

de l'eau oxygénée ; ce dégagement d'oxygène augmente très sensiblement quelques heures après la traite. On peut ainsi constater et suivre la fermentation lactique dès qu'elle a lieu, car on sait maintenant que cette décomposition de l'eau oxygénée est due aux germes qui prolifèrent dans le lait et surtout aux germes lactiques.

On opère de la manière suivante ; le lait est d'abord bien mélangé, afin de ne pas prendre plus ou moins de crème, qui renferme exclusivement la catalase ; 10 centimètres cubes sont mis dans un uréomètre, on y ajoute 10 centimètres cubes d'eau oxygénée à 10 ou 12 volumes. On laisse 10 minutes en agitant 2 ou 3 fois pendant ce temps. La lecture est faite après avoir rétabli les niveaux et ramené à 15° et 76 centimètres.

M. SARTHOU, en opérant ainsi sur des laits frais, a obtenu un dégagement d'oxygène inférieur à 1 centimètre cube 2, deux échantillons seulement lui ayant donné 1 cent. cube 8.

D'autres ferments furent encore signalés dans le lait de vache.

SPOLLVERINI (1) dit avoir trouvé dans le lait de vache un *ferment trypsique* très actif, un *ferment pepsique* d'activité plus faible et un *ferment glycolytique*.

Ce serait sans doute à la présence de l'un de ces autres ferments du lait, qu'il faudrait imputer la diminution des matières albuminoïdes que nous avons toujours constatée dans les analyses des laits conservés au laboratoire, ainsi que le montrent les tableaux 20 et 21.

Deux autres expériences nous ont montré qu'il y avait bien eu digestion des matières albuminoïdes.

Un lait, le 13 avril, nous donnait :

Matières albuminoïdes : 5 gr., 16.

Ce lait donnait la réaction du biuret (soude et sulfate

(1) SPOLLVERINI. — Les ferments solubles dans le lait. *Journal de Pharmacie et de Chimie*, [6] XVII, p. 119, 1903.

de cuivre à 1 ‰) ; mais le sérum, obtenu en prenant 50 centimètres cubes de lait, 2 gr.,50 de chlorure de sodium pur, acidifiant par l'acide acétique et filtrant après ébullition, ne donnait pas la réaction du biuret. Donc il n'y avait pas de matières albuminoïdes restées en solution après ébullition en milieu acide et en présence de sel neutre.

Le 16 avril, le même lait conservé au laboratoire donnait à l'analyse :

Matières albuminoïdes : 4 gr.,48.

Le sérum, obtenu comme plus haut, donnait la réaction du biuret. Il existait encore dans ce lait des matières albuminoïdes non précipitables à l'ébullition en milieu acide et en présence d'un sel neutre.

Un autre lait donnait, les 17 et 21 avril, les résultats suivants :

17 avril :

Matières albuminoïdes : 5 gr.,34

21 avril :

Matières albuminoïdes : 3 gr.,34.

Le sérum, obtenu comme précédemment, ne donnait, à la date du 21 avril, aucun précipité par l'acide azotique en solutions salines étendues. Il ne contenait donc pas d'albumoses primaires.

Il donnait un louche par l'acide azotique en milieu saturé par le chlorure de sodium, donc il contenait des albumoses secondaires.

Il donnait en outre un précipité par le tanin acétique donc il contenait des petones.

Ces réactions jointes à celles du biuret, qui était positive, montraient bien qu'il y avait eu digestion des matières albuminoïdes, sans doute sous l'action d'un des ferments dont parle M. SPOLLVERINI.

Les tableaux 20 et 21 nous montrent que les laits conservés au laboratoire perdent aussi de leur caséine, dont le poids diminue d'une façon constante dans le tableau n° 21. Celle-ci doit être détruite sous l'action de ferments protéolytiques existant ou se formant dans ces laits.

Nous avons remarqué aussi d'autres actions au cours de ces analyses de laits conservés au laboratoire.

La coloration rouge grenat avec le gaïacol, obtenue comme nous l'expliquons précédemment, et caractéristique de l'anaéroxydase, était positive et très nette avec les laits frais non bouillis. De plus elle se maintenait dans le tube pendant plusieurs heures.

La même réaction faite sur les laits conservés au laboratoire était aussi positive, quoique moins nette que la précédente et ne durait pas plus d'une demi heure environ.

Il y aurait donc eu affaiblissement de l'anaéroxydase.

Les dosages de beurre indiquent une diminution des poids de celui-ci, dans les laits précédents comme suit :

17 avril :	{	Beurre, 36 gr.,54.
21 avril :	{	Beurre, 34 gr.,54.
13 avril :	{	Beurre, 34 gr.,04.
16 avril :	{	Beurre, 23 gr.,06.

Ces observations sont citées à titre documentaire, n'en ayant pas recherché les causes, sans doute d'origine fermentaire, dues à des ferments préexistants ou sécrétés par les bactéries, ni ce qui résulte de ces quantités de beurre disparues.

Ces diverses actions fermentaires dans le lait furent aussi remarquées par différents auteurs, comme le montre le passage suivant trouvé dans le *Dictionnaire de physio-*

logie de M. Ch. RICHET et qui confirme nos propres observations (1) :

« MM. BERLCOCK et H.-L. RUSSEL démontrèrent l'existence soupçonnée par DASTRE de ferments protéolitiques « dans le lait. Un lait conservé à l'abri des microbes perd « de sa caséine transformée en protéides solubles (albumine, albumoses, peptones). Cette transformation tendrait à prouver que le lait renferme divers enzymes « protéolytiques, dont les uns se rapprocheraient de la « trypsine pancréatique et les autres de la pepsine. « Observations confirmées par NEUMANN, WENDER et « SPOLLVERINI. »

(1) *Dictionnaire de Physiologie* de M. Ch. RICHET, IX, p. 82. Lait. Protéase.

2° LES RÉDUCTASES DU LAIT.

Les réductases sont encore moins bien connues que les ferments du lait. Elles furent décrites par MM. BERTIN-SANS et GAUJOUX (1), qui les divisent en deux catégories :

Les *réductases proprement dites*, qui peuvent décolorer directement la teinture de tournesol, le carmin d'indigo, le bleu de méthylène.

Les *réductases aldéhydiques*, qui ne provoquent cette décoloration qu'en présence d'une certaine quantité de formol.

Ils ne se sont occupés que des premières, qui peuvent donner des indications sur la fraîcheur des laits.

On se sert, comme réactif, du bleu de méthylène en solution aqueuse à 1 p. 4000, qui est absorbé facilement par les cellules vivantes, auquel on ajoute un autre colorant fixe, de la fuchsine rubine (0 gr.,25 de fuchsine, 50 centimètres cubes d'alcool et eau distillée Q. S pour 1 litre) qui permettra de mieux saisir la fin de la réaction.

On opère de la manière suivante :

Dans un tube à essai, on met 20 centimètres cubes de lait, III gouttes de solution de fuchsine et V gouttes de solution de bleu de méthylène, ces gouttes étant comptées au compte-goutte normal. Après avoir mélangé en évitant d'introduire beaucoup d'air et sans produire de mousse par agitation, on bouche au coton et on porte au bain-marie à 38°-40°, jusqu'à ce que le tube devienne franchement rose, après être passé par le gris et le bleu. A ce moment tout le bleu de méthylène est absorbé ; le temps écoulé depuis le début de l'expérience est observé et renseigne sur la teneur en réductases du lait examiné.

(1) *Revue d'Hygiène et de police sanitaire*, XXXIV, p. 258, 1914.

La vitesse de réduction varie avec la température, elle est maximum vers 45°-50°. Les auteurs font opérer à 38°-40°.

Un lait pur et frais détermine le virage en plus de 7 heures. Les auteurs donnent comme lait suspect un lait pour lequel le virage se produit en moins de 1 heure 1/2 et à rejeter de l'alimentation des enfants et des malades, si le virage se produit en moins de 3/4 d'heure. Celui qui vire en moins de 1/4 d'heure n'est point marchand.

Les réductases n'existent pas sensiblement au moment de la traite ; elles se développent avec l'altération du lait. Il n'y a pas de parallélisme absolu entre le nombre des micro-organismes et la vitesse de réduction.

Cette méthode de recherche de la fraîcheur du lait, intéressante en elle-même, ne donne pas de résultats aussi précis que la catalasimétrie de M. SARTHOU ; car, comme nous le verrons plus loin dans les tableaux 17, 18 et suivants, un lait conservé une journée donne encore un résultat, correspondant aux réductases, qui le ferait accepter comme bon, alors que le dégagement d'oxygène correspondant à la catalase microbienne et même l'acidité nous indiquent que la fermentation lactique est déjà commencée altérant le lait.

3° INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS.

TABLEAUX N° 12, 13, 14, 15, 16.

Nous avons relevé, dans ces tableaux, les quantités d'oxygène dégagées et correspondant à la catalase, ainsi que les temps nécessaires pour obtenir la décoloration du bleu de méthylène et correspondant aux réductases, ces résultats se rapportant à une grande partie des laits analysés précédemment

Pour les vaches A, C et D et les laits de Bourbonne, ces examens ont été faits, pour la plupart, aussitôt que les laits furent apportés au laboratoire, c'est-à-dire environ une demi-heure à 1 heure après la traite.

Pour les laits des environs de Bourbonne, le temps écoulé entre le moment de la traite et celui de l'analyse, fut plus considérable, d'où des résultats supérieurs aux précédents, surtout pour la catalase.

La vache A nous a donné des quantités d'oxygène dégagées, inférieures à 1 cc., 2, sauf une fois où nous avons eu 1 cc., 8, le temps nécessaire pour obtenir la décoloration du bleu de méthylène due aux réductases étant toujours supérieur à 7 heures.

Mêmes observations pour les vaches C et D.

Parmi les laits de Bourbonne, un seul, provenant d'une crèmerie, nous a donné 4 centimètres cubes d'oxygène dégagé, l'analyse ayant été faite 3 heures après la traite, les autres résultats relatifs à la catalase étant normaux et ceux correspondant aux réductases étant supérieurs à 7 heures.

Les laits des environs de Bourbonne ne sont à remar-

quer que par les quantités d'oxygène dégagées pour la raison que nous avons donnée plus haut, les résultats dus aux réductases étant normaux.

Nous voyons, par les tableaux précédents, que tous les laits examinés correspondent, au point de vue catalase, à des laits frais n'ayant pas encore subi, d'une façon appréciable, la fermentation lactique, et, au point de vue des réductases, à des laits devant être considérés comme bons pour l'alimentation, ce qui corrobore très bien nos analyses chimiques.

Tableau n° 12. — VACHE A.

DATES	CATALASE	RÉDUCTASES	OBSERVATIONS
16 février 1917.....		8 h.	soir
17 février..	0 cc., 9	8 h.	matin
20 mars.....	1 cc., 8	8 h. 1/4	soir
21 mars.....	0 cc., 7	9 h. 1/4	matin
16 avril.....	1 cc., 2	8 h.	soir
17 avril.....	1 cc., 1	8 h. 10'	matin

Tableau n° 13. — VACHE C.

DATES	CATALASE	RÉDUCTASES	OBSERVATIONS
12 février 1917.....	0 cc., 85	11 h.	soir
13 février..	0 cc., 7	11 h. 15'	matin
19 mars.....	1 cc., 1	10 h. 5'	soir
20 mars.....	0 cc., 6	9 h. 27'	matin
17 avril.....	0 cc., 5	10 h. 15'	soir
18 avril.....	1 cc., 5	8 h. 50'	matin

Tableau n° 14. — VACHE D.

DATES	CATALASE	RÉDUCTASES	OBSERVATIONS
23 février 1917.....	1 cc., 2	9 h. 10'	soir
24 février.....	0 cc., 9	9 h. 45'	matin
24 février.....	1 cc., 6	10 h.	midi
25 mars.....	1 cc.	9 h. 25'	soir
26 mars.....	0 cc., 8	9 h. 25'	matin

Tableau n° 15. — LAIT DE BOURBONNE.

DATES. — ORIGINES		CATALASE	RÉDUCTASE	OBSERVATIONS
9 février 1917	(ferme)	0 cc., 8	11 h. 45'	
15 —	—	0 cc., 75	12 h. 15'	
26 —	—	1 cc., 3	9 h. 10'	
8 mars	— (crèmerie)	1 cc.	9 h. 45'	
24 —	—	1 cc.	11 h. 30'	
30 —	— (ferme)	1 cc., 5	7 h. 30'	3 heures après la traite
30 —	—	0 cc., 6	11 h. 26'	
26 avril	— (crèmerie)	4 cc.	11 h. 45'	3 heures après la traite

Tableau n° 16. — LAIT DES ENVIRONS DE BOURBONNE

DATES. — ORIGINES.		CATALASE	RÉDUCTASES	OBSERVATIONS
19 février 1917,	Villars.....	0 cc., 8	20 h	
19 — —	—	1 cc.	18 h. 20'	
22 — —	Arnoncourt.....	1 cc.	10 h.	
22 — —	Larivière.....	1 cc., 7	10 h.	5 heures après la traite.
2 mars —	La Grange-Hugnet.....	1 cc., 4	10 h.	4 heures après la traite.
5 — —	Parnot.....	1 cc., 8	10 h. 15'	8 heures après la traite.
26 — —	Danrémont.....	0 cc., 5	11 h. 45'	
27 — —	Coiffy-le-Bas.....	1 cc., 4	10 h. 25'	Lait du matin conservé au frais, analyse à 5 heures du soir.
13 avril —	Genrupt.....	1 cc., 5	10 h. 50'	5 heures du soir.
18 — —	Parnot.....		10 h.	3 heures après la traite.
33 — —	Beaucharmoy.....		10 h. 30'	

CHAPITRE V.

Conservation des laits par la congélation. Variations dans la composition des laits conservés à diverses températures.

Pendant l'hiver rigoureux de 1916-1917, nous avons laissé des laits à la température extérieure (1), laits qui se sont pris en masse par congélation. Des analyses successives nous ont montré que, par suite de ce refroidissement, les laits se conservaient pendant plusieurs jours sans subir d'altération.

Les analyses des deux premiers tableaux (n^{os} 17 et 18) ne portent que sur les éléments susceptibles d'être altérés rapidement par les fermentations, surtout par la fermentation lactique ; comparativement, nous donnons les analyses des mêmes laits conservés pendant le même temps au laboratoire à une température voisine de 15°.

Nous voyons que les laits congelés ne subissent pas d'augmentation d'acidité, celle-ci diminuant légèrement de 0 gr.,20 environ en acide lactique ; au contraire, les mêmes laits conservés au laboratoire, augmentent de 6 à 7 grammes.

Le poids du lactose ne varie que de quelques centigram-

(1) La température extérieure était comprise ordinairement entre — 10° et — 18°.

Tableau n° 19.

	1 ^{er} février 1917	7 février 1917 Lait conservé au laboratoire	7 février 1917 Lait congelé
Acidité	1,31	7,20	1,28
Densité.....	1034,6		1034,2
Beurre.....	50,87	45,24	49,74
Extrait à 100°.....	152,32	139,02	152,66
Extrait calculé	150,07		151,01
Extrait dégraissé.....	101,45	93,78	102,92
Cendres	7,88	7,86	7,90
Lactose.....	57,30	42,38	57,95
Phosphates en P ² O ⁵ ...	2,16	2,16	2,18
Caséine et substances indéterminées.....	36,17		37,07
Caséine Denigès		32	
Réductases	>11 h.	0 h. 11'	>8 h. 30'
Catalases	1 cc.,5	4 cc.,6	1 cc.,3

Tableau n° 20.

	15 février 1917	21 janvier 1917 Lait conservé au laboratoire	21 février 1917 Lait bien conservé à température 0° à + 6°
Acidité	1,24	7,38	1,26
Densité.....	1031,5		1032,1
Beurre Adam	39,06	35,62	38,91
Beurre Soslhet.....	40,10	37,42	39,50
Extrait à 100°	129,09	113,91	129,82
Extrait calculé.....	128,06		
Extrait dégraissé	90,03		90,91
Cendres.....	7,98		8,08
Lactose.....	48,05	41,26	47,40
Crème 0/0.....	9		
Chlorures en NaCl..	1,75	1,75	1,75
Phosphates en P ² O ⁵ ..	1,91	1,82	1,84
Caséine et substances indéterminées.....	34		
Caséine Denigès.....	35	29	
Matières albuminoïdes	6	0,08	4,16
Réductases.	21 h.	8 h. 45'	18 h.
Catalases	0 cc.,75	9 cc.,5	5 cc.,

Tableau n° 21.

DATES	Acidité	Beurre	Extrait à 100°	Cendres	Lactose	Chlorures en NaCl	Phosphates au P ₂ O ₅	Caséine Denigrés	Matières albuminoïdes	Réductases	Catalases
26 février 1917	1,86	28,48	126,62	8,29	51,25	1,28	2,13	33,50	5,90	9 h. 10'	1 cc., 3
27 —	2,22	28,42			51,48	1,28		33,50		3 h. 30'	5 cc., 25
28 —	5,73	27,68			47,40	1,28		33,50		0 h. 13'	
1 ^{er} mars 1917	7,60	26,18		8,27	43,36	1,28	2,12	31,37		0 h. 13'	
2 —	8,01	25,70			42,20	1,28		30		0 h. 20'	
3 —	8,25	25,22			42,50	1,28		28		0 h. 18'	
5 —	8,25	24,46	107,68			1,28		27,50		0 h. 15'	
7 —	8,46		105,62	8,27	38,04	1,28		25,37	0,32	0 h. 15'	10 cc., 5

mes dans les laits congelés ; ceux conservés au laboratoire diminuent de 12 à 17 grammes pendant le même temps.

Les résultats correspondant aux temps nécessaires pour obtenir la décoloration du bleu de méthylène due à la présence des réductases, vont en augmentant dans les laits congelés ; les quantités d'oxygène dégagé correspondant aux catalases vont en diminuant. Pour les laits conservés au laboratoire, les résultats sont inverses. Les réductases donnent des résultats allant en diminuant jusqu'à 13 minutes pour le premier lait et 16 minutes pour l'autre, résultats qui restent les mêmes pour les cinq dernières analyses. Il semble que les réductases ne peuvent s'accroître au-delà d'une certaine limite, n'ayant jamais pu obtenir instantanément la décoloration du bleu de méthylène. Les quantités d'oxygène dégagé, correspondant aux catalases physiologique et microbienne, augmentent continuellement.

Ces deux expériences ont duré 14 jours et on voit que, pendant ce temps assez long, le lait congelé s'est très bien conservé. La congélation du lait arrête donc dans celui-ci toute fermentation lactique, diminue l'action des réductases et empêche la formation de la catalase microbienne.

Il est intéressant de remarquer que les laits, conservés à une température de 13° à 17° pendant quelques jours, accusent une diminution du poids du lactose, supérieure à l'augmentation de celui d'acide lactique correspondant à l'acidité. Cette différence est déjà sensible dès le deuxième jour. Il est dit, dans beaucoup d'ouvrages, que l'acide lactique du lait provient du lactose décomposé cet acide pouvant être fourni par son poids de lactose hydraté : $C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = 4C^3H^6O^3$; le poids d'acide lactique trouvé étant alors dans beaucoup d'analyses ajouté au poids du lactose. Or, il semble d'après les résultats précé-

dents, que l'acide lactique formé ne correspond qu'à une partie du lactose détruit. Le reste du lactose a sans doute subi une destruction plus complète, l'acide lactique n'étant qu'un passage de cette transformation, ce qui expliquerait que la différence entre le poids du lactose détruit et celui de l'acide lactique formé va en augmentant de la première à la dernière analyse.

Nous avons fait des analyses complètes de laits congelés et conservés au laboratoire, dont une est relevée au tableau n° 19.

Nous voyons que le lait congelé conserve intact tous ses éléments, les différences étant peu sensibles. Le même lait conservé au laboratoire non-seulement nous donne, comme plus haut, augmentation d'acidité et diminution du poids de lactose, mais aussi diminution du poids du beurre (déjà signalé au chapitre relatif aux ferments du lait), diminution de la quantité de caséine et par suite du résultat correspondant à l'extrait à 100 : en un mot de tous les éléments de composition organique. Seuls les éléments minéraux : phosphates, chlorures, cendres, ne changent pas.

Un lait, conservé à une température basse, voisine de 0°, mais n'ayant pas subi la congélation, s'est assez bien conservé (tableau n° 20); toutefois, les éléments organiques et les résultats correspondant aux réductases et catalases, ont subi une variation appréciable. Nous en concluons que le lait, pour être conservé dans tous ses éléments, c'est-à-dire ne pas subir l'action des ferments qui l'altèrent, doit être amené à une température suffisante pour déterminer la congélation.

Ce procédé de conservation du lait pourrait être généralisé et serait supérieur à la pasteurisation et à la stérilisation, qui coagulent les matières albuminoïdes et donnent un liquide grumeleux. La congélation n'a pas cet

inconvénient : un lait pris en masse, ramené à l'état liquide par une douce chaleur, possède toutes les propriétés gustatives du lait frais, la congélation lui ayant conservé intégralement sa composition chimique.

Vu, bon à imprimer :

Le Président de la Thèse,
E. BOURQUELOT.

Vu :

Le Directeur de l'Ecole,
H. GAUTIER.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
L. POINCARÉ.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
AVANT-PROPOS.....	1
CHAPITRE I. — Considérations sur les races des vaches.	5
CHAPITRE II. — Causes de variations dans la composition chimique des laits :	
A. — Variations atmosphériques. — Nourriture. — Analyses des laits, été 1916	7
1° Procédés employés pour les analyses	7
2° Interprétation des résultats. — Tableaux N ^{os} 1, 2, 3, 4.....	16
3° Conclusions.....	24
B. — Traités. — Nourriture. — Gestation :	
1° Procédés employés pour les analyses	26
2° Interprétation des résultats. — Tableaux N ^{os} 5, 6, 7, 8.....	36
3° Conclusions.....	42
CHAPITRE III. — Analyses des laits de Bourbonne et des environs. — Composition moyenne :	
1° Laits de Bourbonne — Tableau N ^o 9	44
2° Laits des environs de Bourbonne. — Tableau N ^o 10	46
3° Composition moyenne des laits de la région de Bourbonne. — Tableau N ^o 11.....	47

CHAPITRE IV. — Les ferments et les réductases du lait :

1° Etude générale des ferments du lait.	
— Anaéroxydase. — Catalase	49
2° Les réductases du lait.	57
3° Interprétation des résultats. — Ta-	
bleaux N ^{os} 12, 13, 14, 15, 16.	59

CHAPITRE V. — Conservation des laits par la congélation. — Variation dans la composition des laits conservés à diverses

températures	64
— Tableaux N ^{os} 17, 18, 19, 20, 21.	65

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE LUCIEN DECLUME, LONS-LE-SAUNIER.
